ISSN 1992-5980



ВЕСТНИК

ДОНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Том 11
№ 7 (58)
2011



ВЕСТНИК
ДОНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
2011

Т.11 № 7(58)

Теоретический и научно-практический журнал

Рекомендован ВАК для публикаций основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (решение Президиума ВАК Минобрнауки России от 19 февраля 2010 года № 6/6)

Издается с 1999 г.

Выходит 8 раз в год
Октябрь – декабрь 2011 г.

Учредитель – **Донской государственный технический университет**

Подписано в печать 14.12.2011.
Формат 60×84/8. Гарнитура «Tahoma». Печать офсетная.
Усл.печ.л. 20,8. Тираж 1000 экз. Заказ № 612. Цена свободная.

Адрес редакции:
344000, Россия, г.Ростов-на-Дону, пл.Гагарина, 1, тел. (863) 2-738-565.

Адрес издательского центра:
344000, г.Ростов-на-Дону, пл.Гагарина, 1, тел. (863) 2-738-741, 2-738-322.
http://www.donstu.ru/vestnik

Регистрационное свидетельство ПИ №ФС 77-35012 от 16.01.09.

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

VESTNIK of DON STATE TECHNICAL UNIVERSITY 2011

V.11 № 7(58)

Theoretical and scientific-practical journal

Recommended by the State Commission for Academic Degrees and Titles for publications of the thesis research results for Doctor's and Candidate Degree (the solution of the Presidium of the State Commission for Academic Degrees and Titles of the Russian Education and Science Ministry, February 19, 2010, №6/6)

Founded in 1999

8 issues a year

October – December 2011

Founder – **Don State Technical University**

Passed for printing 14.12.2011.
Format 60X84/8. Font «Tahoma». Offset printing.
C.p.sh. 20,8. Circulation 1000 cop. Order 612. Free price.

Editorial Board's address:
Gagarin Sq. 1, Rostov-on-Don, 344000, Russia. Phone: (863) 273-85-65

Publishing Centre's address:
Gagarin Sq. 1, Rostov-on-Don, 344000, Russia. Phone: (863) 273-87-41, 273-83-22

http://vestnik.donstu.ru

Registration certificate ПИ № ФС 77-35012 от 16.01.09.

CONTENT

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 519.87

ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ ЗАДАЧА О РАСПРОСТРАНЕНИИ ФРОНТА ФАЗОВОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ В ГЕТЕРОГЕННОЙ ТВЕРДОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЕ В УСЛОВИЯХ ГРАНИЧНОГО ТЕПЛООБМЕНА И НАЛИЧИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЕПЛОЗАЩИТНОГО КОЛЬЦЕВОГО СЛОЯ

А.В. ГОЛОВНЯ, И.С. КАЛЯКИН
(Ухтинский государственный технический университет),
Р.А. НЕЙДОРФ,
(Донской государственный технический университет),
В.Н. ПУШКИН
(Ухтинский государственный технический университет),

Рассмотрена осесимметричная задача о распространении фронта фазового превращения в твердой пористой среде в условиях граничного теплообмена при наличии теплозащитного слоя. Проведен параметрический анализ, позволяющий определять влияние величины теплового потока на границе, а также теплофизических свойств изоляционного слоя на показатели волны фазового превращения.
Ключевые слова: *твердая пористая среда; фазовое превращение; распространение фронта; осесимметричная задача Стефана; теплозащитный слой; численное решение.*

Введение. Рассматриваемая задача актуальна в связи со строительством и эксплуатацией зданий и сооружений в районах Крайнего Севера в условиях вечной мерзлоты, когда обусловленные природными и искусственными факторами процессы плавления и кристаллизации содержащейся в грунте влаги приводят к нарушению устойчивости объектов вплоть до аварийных ситуаций. В частности, это имеет место при бурении и эксплуатации нефтяных и газовых скважин, когда прилегающий к устью скважины и содержащий включения влаги горный массив подвержен влиянию потока тепла со стороны самой скважины. Наличие кольцеобразного теплозащитного слоя, примыкающего к внутренней границе среды, оказывает влияние на параметры волны фазового превращения влаги в ней. Причем здесь имеет значение не только толщина этой прослойки, но и теплофизические свойства наполняющего её вещества. Схематично задача представлена на рис.1.

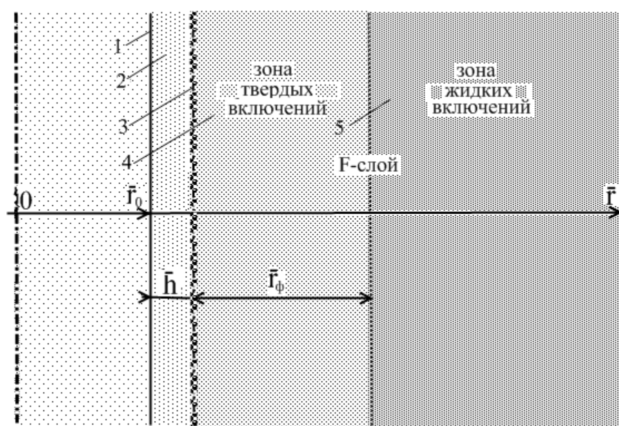


Рис.1. Схема зон: 1 – внутренняя цилиндрическая стенка; 2 – кольцевой теплозащитный слой; 3 – граница между теплозащитным слоем и пористой средой; 4 – зона пребывания влаги в твердом виде; 5 – зона пребывания влаги в жидком виде; $\overline{r}_0$ – радиус внутренней цилиндрической полости; $\overline{h}$ – толщина теплозащитного кольцевого слоя; $\overline{r}_ф$ – текущий размер зоны фазовых превращений

Математическая модель задачи основана на тех же, что и в [1], представлениях. Твердая пористая среда содержит равномерно распределенные включения влаги, которые в рассматриваемом температурном диапазоне могут находиться в одном из двух агрегатных состояний: либо в твердом, либо в жидком. Соответствующие зоны твердой пористой среды, обладающие при осреднении по объему различными теплофизическими свойствами, будем идентифицировать как зоны твердых и жидких включений. Считается, что на макроскопическом уровне фазовое превращение происходит на поверхности раздела этих зон. Теплофизические свойства вещества каждой из зон, включая зону теплового барьера 2 (см. рис.1), полагаются однородными по пространству и неизменными во времени.

Математическая модель задачи в безразмерных переменных и величинах включает в себя уравнения распространения тепла для каждой из трех зон

$$C\frac{\partial\Theta}{\partial\tau}=\frac{\Lambda}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial\Theta}{\partial r}\right) \tag{1}$$

с граничными и начальным условиями:

при $r=1$:

$$\frac{\partial\Theta}{\partial r}=A\cdot\Theta\,, \tag{2}$$

при $r=\infty$:

$$\Theta=1\,, \tag{3}$$

при $\tau=0$,

$$r\in(1;\infty):\Theta=1\,, \tag{4}$$

где

$$C=\begin{cases} C_C=\dfrac{\overline{c_c\rho_c}}{\overline{c_m\rho_m}}, & \text{при} \quad 1\le r<1+h \\ C_м=\dfrac{\overline{c_м\rho_м}}{\overline{c_m\rho_m}}, & \text{при} \quad 1+h\le r<1+h+r_ф \\ 1, & \text{при} \quad 1+h+r_ф\le r<\infty \end{cases},\quad \Lambda=\begin{cases} \Lambda_C=\dfrac{\overline{\lambda_c}}{\overline{\lambda_m}}, & \text{при} \quad 1\le r<1+h \\ \Lambda_м=\dfrac{\overline{\lambda_м}}{\overline{\lambda_m}}, & \text{при} \quad 1+h\le r<1+h+r_ф \\ 1, & \text{при} \quad 1+h+r_ф\le r<\infty \end{cases},\quad r=\frac{\overline{r}}{\overline{r_0}},$$

$h=\dfrac{\overline{h}}{\overline{r_0}}$, $r_ф=\dfrac{\overline{r_ф}}{\overline{r_0}}$; $\Theta=\dfrac{T-T_*}{T_\infty-T_*}$, $\tau=\dfrac{t\lambda_m}{\overline{r_0}^2c_m\rho_m}$, t – время; T – температура в точке с координатой $\overline{r}$ в момент времени t; $\overline{r_0}$ – радиус внутренней цилиндрической полости; c, λ, ρ – удельные теплоемкости, коэффициенты теплопроводности и плотности веществ соответственно; индекс «c» относится к теплоизоляционному слою, индекс «$м$» относится к зоне пребывания влаги в твердом состоянии, «m» – к зоне, где влага находится в жидком состоянии; $\overline{h}$ – толщина теплозащитного слоя, отделяющего содержащий в совокупности влагу массив от кольцевой полости.

Указанным выше областям соответствуют следующие интервалы пространственной переменной $\overline{r}$: $\overline{r_0}\le\overline{r}\le\overline{r_0}+\overline{h}$ – теплозащитный слой; $\overline{r_0}+\overline{h}\le\overline{r}\le\infty$ – слой, подверженный фазовым превращениям (далее F-слой); $\overline{r_0}+\overline{h}\le\overline{r}\le\overline{r_0}+\overline{h}+\overline{r_ф}$ – зона жидких включений; $\overline{r_0}+\overline{h}+\overline{r_ф}\le\overline{r}\le\infty$ – зона твердых включений. Здесь $R=\overline{r_0}+\overline{h}+\overline{r_ф}$ – координата фронта фазового превращения (радиус зоны кристаллизации влаги); $A=\dfrac{\alpha\overline{r_0}}{\lambda_c}$, α – коэффициент теплоотдачи от хладагента, циркулирующего вдоль цилиндрической стенки к твердому массиву;

T_*, T_∞ – масштабные значения температуры, первое из которых соответствует характерной температуре потока хладагента, второе – температуре твердой среды на значительном удалении от центральной оси. Следует заметить, что безразмерный комплекс A связан прямо пропорциональной зависимостью с числом Нуссельта указанного выше омывающего стенку потока.

Задача дополняется условиями сопряжения на границах, разделяющих зоны. На неподвижной границе «теплозащитный слой – F-слой» должно выполняться условие непрерывности потока тепла:

$$\left.\begin{array}{l} \text{при} \quad \tau < \tau_{ФП} \quad \Lambda_c \left.\dfrac{\partial\Theta}{\partial r}\right|_{1+h-0} = \left.\dfrac{\partial\Theta}{\partial r}\right|_{1+h+0} \\ \text{при} \quad \tau > \tau_{ФП} \quad \Lambda_c \left.\dfrac{\partial\Theta}{\partial r}\right|_{1+h-0} = \Lambda_м \left.\dfrac{\partial\Theta}{\partial r}\right|_{1+h+0} \end{array}\right\}, \qquad (5)$$

где $\tau_{ФП}$ – момент времени, начиная с которого в твердой пористой среде будет распространяться волна фазового превращения. На свободной границе раздела фаз выполняются условия непрерывности температуры и теплового баланса:

при $\tau > \tau_{ФП}$, $r = 1 + h + r_ф$

$$\Theta(1 + h + r_ф - 0) = \Theta(1 + h + r_ф + 0) = \Theta_ф, \qquad (6)$$

$$\left.\frac{\partial\Theta}{\partial r}\right|_{1+h+r_ф+0} - \Lambda_м \left.\frac{\partial\Theta}{\partial r}\right|_{1+h+r_ф-0} = -q \cdot V, \qquad (7)$$

где $V = \dfrac{dr_ф}{d\tau}$; $\Theta_ф = \dfrac{T_ф - T_*}{T_\infty - T_*}$, $q = \dfrac{\overline{q}_m}{\overline{c}_m \left|T_\infty - T_*\right|}$, $T_ф$ ($T_* < T_ф < T_\infty$) – температура фазового перехода; $\overline{q}_m$ – теплота фазового перехода в расчете на единицу массы вещества среды; V – скорость перемещения фронта фазового превращения. Очевидно, что $r_ф(\tau) = 0$ на промежутке времени $\tau \in [0; \tau_{ФП}]$.

Как видно, математическая модель (1)-(7) включает в себя параметры теплозащитного слоя h, Λ_c, C_c, которые наряду с параметрами F-слоя $C_м$, $\Lambda_м$ определяют динамику фронта фазового превращения.

Численный анализ задачи. Для численного анализа, как и в [1], с помощью разбиения физического пространства на контрольные объёмы, выделения узловых точек и интегрирования уравнений (1) по каждому из контрольных объёмов строится дискретный сеточный аналог. Следует заметить, что разбиение производится так, чтобы одна из узловых точек располагалась в точности на границе между теплозащитным слоем и F-слоем.

В качестве базового набора параметров были приняты следующие значения входящих в задачу констант: $\lambda_м$ =1,25; $\lambda_т$ =1; $c_м$ =0,74; c_m =1; q_m =5,08; h=0,2; λ_c =0,76; c_c =0,74; $T_ф$ =0,75; A=10.

На приводимых ниже рисунках представлены результаты численного анализа рассматриваемой задачи, позволяющего оценить влияние параметров теплоизоляционного слоя на процесс распространения зоны фазовых превращений в твердой пористой среде. Так, на рис.2 представлены результаты расчетов, показывающие влияние коэффициента теплопроводности λ_c вещества, составляющего теплозащитный слой, на радиальную глубину проникновения зоны фазового равновесия в область, занятую веществом с жидкими включениями. Как и следовало ожидать, с уменьшением λ_c не только снижается темп нарастания слоя с влагой в твердом состоянии, но и увеличивается время задержки $\tau_{ФП}$ процесса распространения волны фазовых превращений.

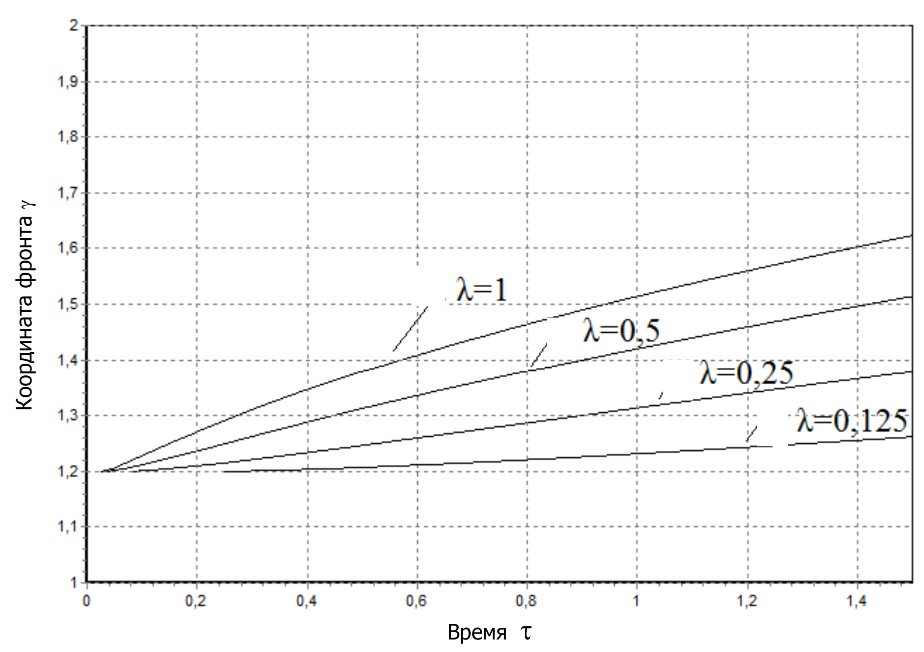


Рис.2. Динамика зоны фазового превращения при различных значениях коэффициента теплопроводности λ_c теплозащитного слоя

На рис.3 представлена зависимость безразмерного радиуса зоны кристаллизации влаги в среде от величины коэффициента теплопроводности теплозащитного слоя за определенный промежуток времени, который в рассматриваемом случае имеет значение 1,3. Из рисунка видно, что существует значение $\lambda_c = \lambda_0$, ниже которого в течение указанного промежутка времени фазовые превращения в пористой среде не наблюдаются.

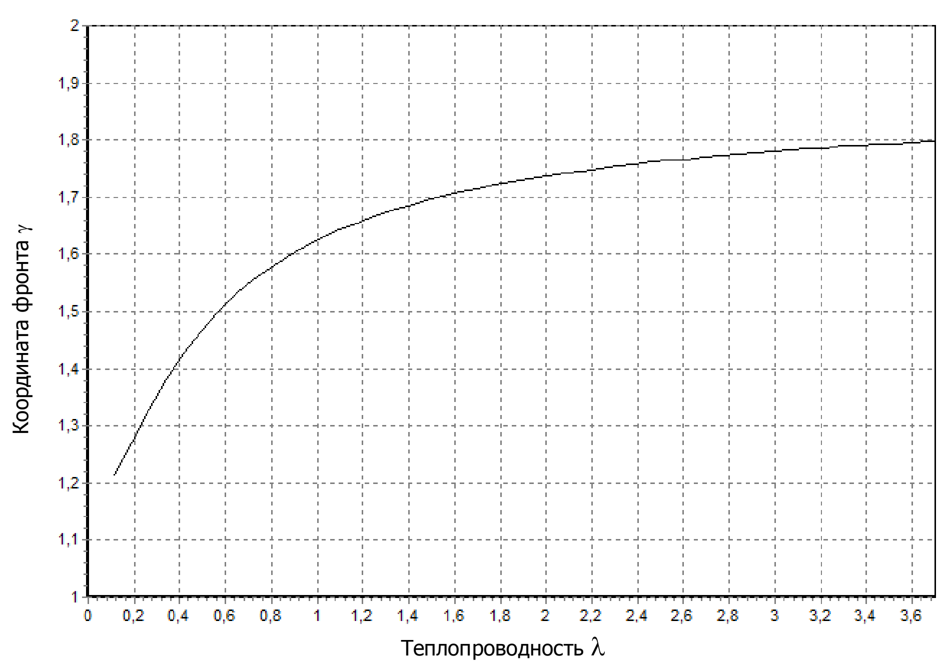


Рис.3. Зависимость размера слоя с кристаллизовавшейся влагой от значения коэффициента теплопроводности вещества теплозащитного слоя за время t=1,3

Разработанный алгоритм численного решения позволяет производить количественную оценку влияния теплопроводящих свойств изоляционного материала при фиксированной толщине защитного слоя и, в том числе, определять пороговое значение λ_c, ниже которого распространение процесса фазового превращения за указанный промежуток времени не происходит.

Влияние режима теплообмена на цилиндрической стенке осевой полости на динамику процесса фазовых превращений показано на рис.4. Режим конвективного теплообмена на границе между потоком хладагента (например, газовым потоком) и кольцевым теплозащитным слоем определяется величиной коэффициента теплоотдачи А, который тем больше, чем выше интенсивность циркуляции хладагента вдоль цилиндрической стенки. Анализ результатов численных расчетов показывает, что при фиксированных прочих параметрах задачи, начиная с некоторого значения, дальнейшее повышение коэффициента теплоотдачи (соответственно, увеличение скорости обтекания стенки) не оказывает существенного влияния на темп распространения процесса фазового перехода в пласте. Это обусловлено тем, что для больших А время охлаждения границы «хладагент – твердая среда» до температуры омывающего полость потока невелико и динамика процесса практически определяется скоростью теплопереноса в твердой фазе.

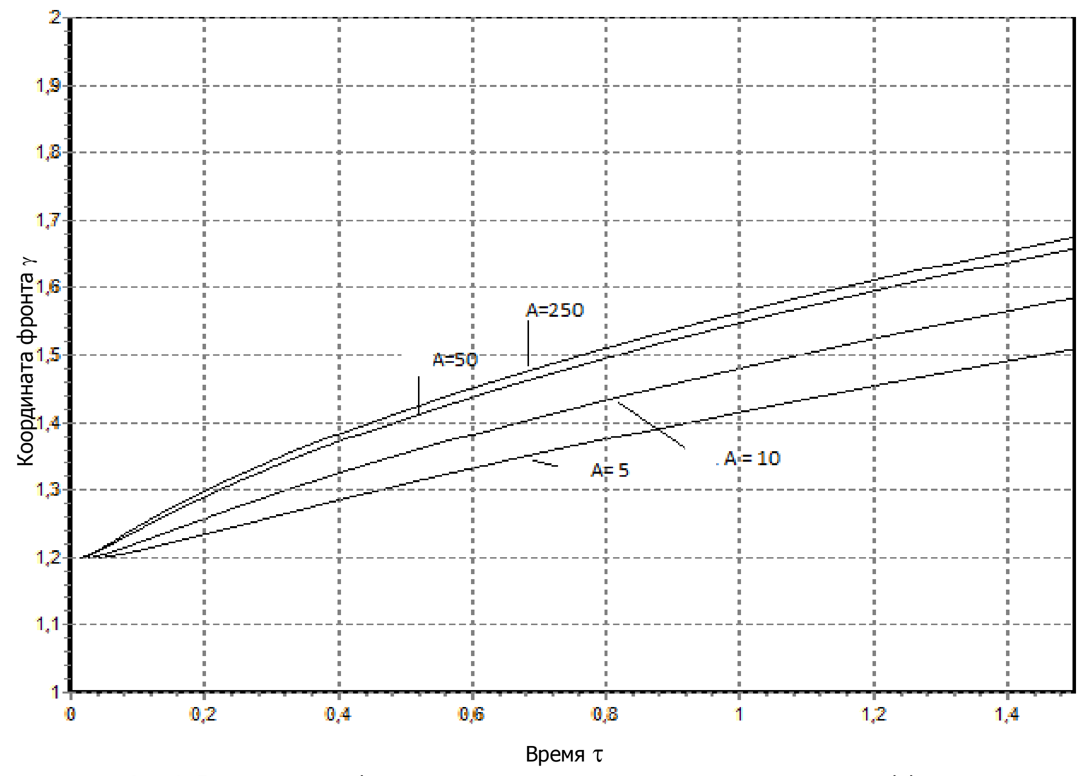


Рис.4. Динамика зоны фазового превращения при различных значениях коэффициента теплоотдачи А на цилиндрической стенке

Еще более отчетливо подтверждает данное обстоятельство рис.5, на котором приводится зависимость радиуса зоны отвердевания влаги от величины теплоотвода за фиксированное время (t=1,3). В конкретном случае эти зависимости позволят обосновать режим циркуляции хладагента вдоль границы твердой пористой среды.

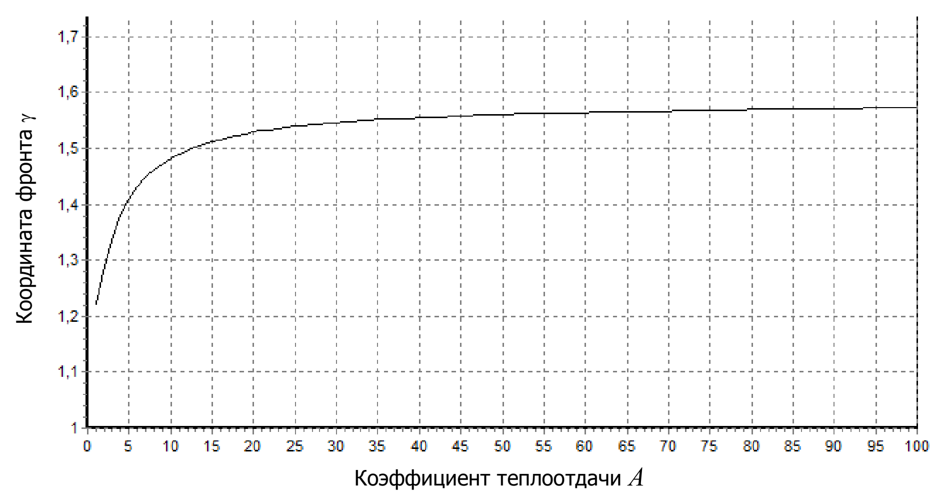


Рис.5. Положение фронта фазового равновесия по истечении времени t=1,3 в зависимости от значения коэффициента теплоотдачи на граничной цилиндрической стенке

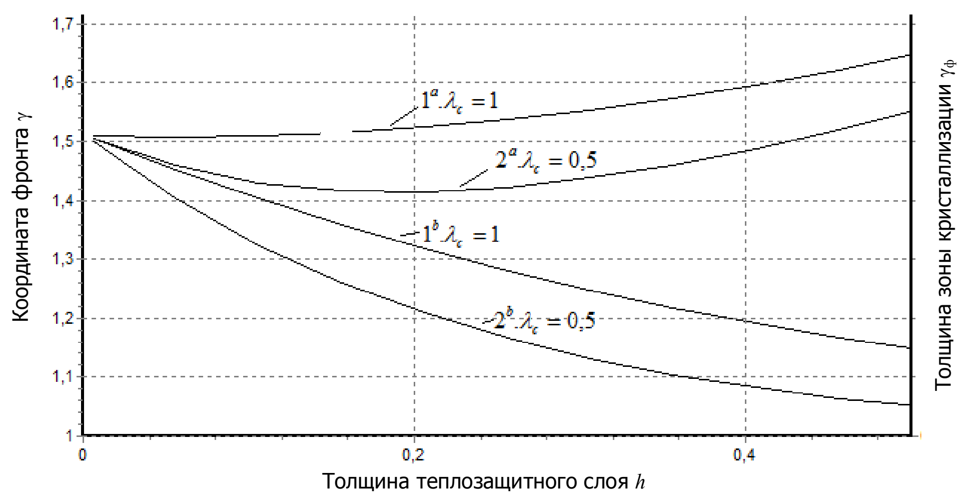


Рис.6. Расчетное положение фронта фазового равновесия и толщина зоны с твердыми включениями на момент времени t=1,3 в зависимости от толщины теплозащитного слоя

На рис.6 представлены результаты расчетов, позволяющие оценить влияние толщины теплозащитного слоя на глубину зоны кристаллизации. Как видно, с увеличением толщины изоляционной рубашки поперечный размер образовавшегося за фиксированное время (t=1,3) слоя с твердыми включениями (кривые 1^b и 2^b) монотонно падает. В то же время зависимость от той же величины радиуса фронта кристаллизации (кривые 1^a и 2^a) содержащейся в среде влаги, включающего совокупную толщину защитного и «мерзлого» слоев, имеет немонотонный характер. При этом наблюдающийся в этой зависимости минимум сдвигается в сторону больших значений толщины защитного слоя с уменьшением коэффициента теплопроводности λ_c последнего. С практической точки зрения, выявленные и имеющие количественное описание закономерности могут служить основанием для подбора теплоизоляционной прослойки, обладающей оптимальными по отношению к выдвигаемым критериям параметрами.

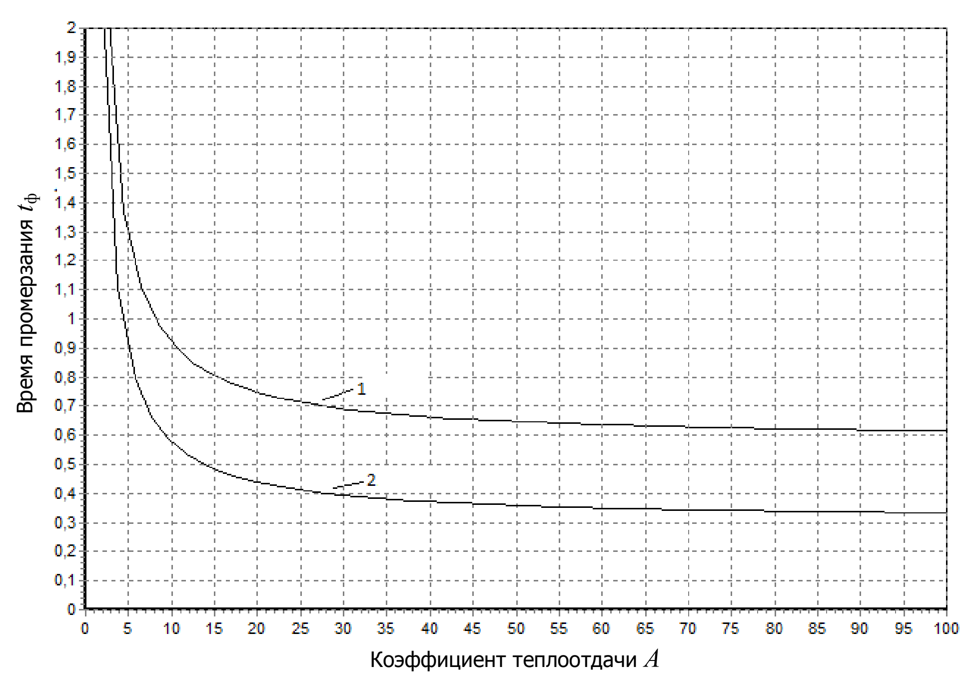


Рис.7. Время распространения фронта кристаллизации на расстояние $\Delta r = 0,2$ в зависимости от величины теплообмена на цилиндрической стенке: 1 – h=0,2; 2 – h=0,1

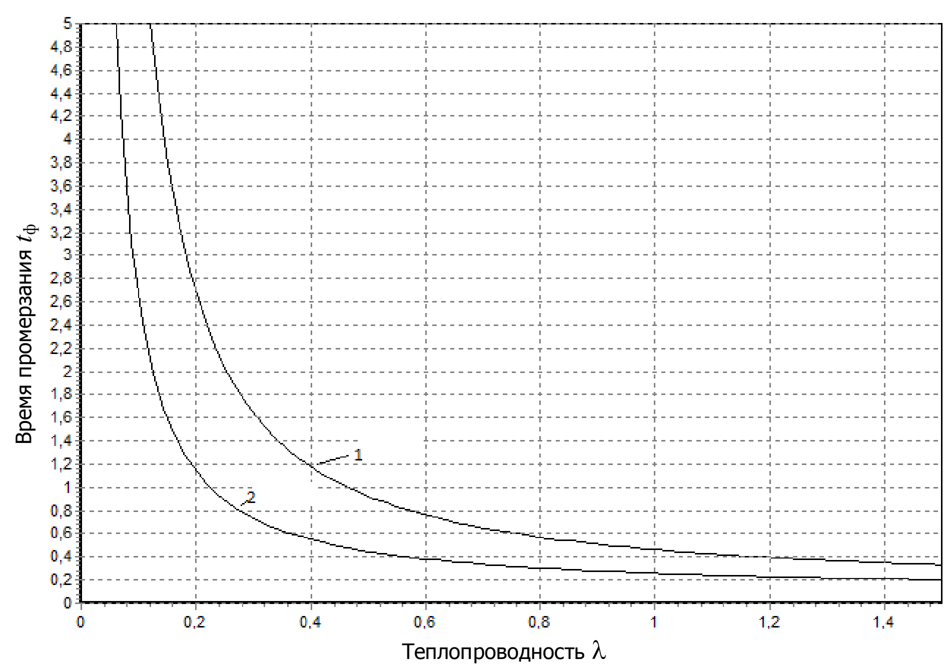


Рис.8. Время распространения фронта кристаллизации на расстояние $\Delta r = 0,2$ в зависимости от значения коэффициента теплопроводности λ_c теплоизоляционного слоя: 1 – h=0,2; 2 – h=0,1

На рис.7 и 8 представлены результаты расчета времени $t_ф$ распространения процесса радиальной кристаллизации влаги в среде на определенное расстояние Δr (в рассматриваемом случае $\Delta r = 0,2$) для двух значений толщины h тепловой изоляции. Рис.7 иллюстрирует зависимость этого времени от интенсивности теплообмена на внутренней цилиндрической стенке, а рис. 8 – влияние теплопроводности защитного слоя на продолжительность процесса распространения фронта кристаллизации на указанную длину.

Заключение. Анализ полученных результатов показывает, что для управления процессом распространения зоны фазового равновесия претерпевающего фазовый переход компонента твердой пористой среды существует несколько возможностей. В частности, добиться требуемого теплового состояния твердого массива можно с помощью выбора подходящего режима конвективного теплообмена на его границе, используя наряду с этим изоляционный материал с определенными теплофизическими и структурными свойствами.

Библиографический список

1. Быков И.Ю. Осесимметричная задача о распространении фронта фазового превращения в мерзлом грунте / И.Ю. Быков, В.Н. Пушкин // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – № 2. – С. 38–41.

Материал поступил в редакцию 31.05.2011.

References

1. By`kov I.Yu. Osesimmetrichnaya zadacha o rasprostranenii fronta fazovogo prevrashheniya v myorzlom grunte / I.Yu. By`kov, V.N. Pushkin // Stroitel`stvo neftyany`x i gazovy`x skvazhin na sushe i na more. – 2010. – # 2. – S. 38–41. – In Russian.

AXISYMMETRIC PROBLEM ON PROPAGATION OF PHASE TRANSFORMATION FRONT IN HETEROGENEOUS SOLID POROUS MEDIUM IN TERMS OF BOUNDARY HEAT TRANSFER AND PRESENCE OF CENTRAL HEATPROOF RING LAYER

A.V. GOLOVNYA, I.S. KALYAKIN
(Ukhta State Technical University),
R.A. NEYDORF
(Don State Technical University),
V.N. PUSHKIN
(Ukhta State Technical University)

An axisymmetric problem on propagation of the phase transformation front in the solid porous medium in conditions of the boundary heat transfer in the presence of heatproof layer is considered. The parametric analysis that permits to determine the influence of the heat flow rate on the boundary, and the thermophysical properties of the insulating layer on the parameters of the phase transformation wave is made.

Keywords: *solid porous medium, phase transformation, front propagation, axisymmetric Stefan problem, heatproof layer, numerical solution.*

УДК 539.3

КИНЕТИКО-ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОЛЗУЧЕСТИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ ПРИ СЛОЖНОМ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОМ СОСТОЯНИИ

О.Г. ОСЯЕВ, Ю.А. ТАТУРИН, А.М. КОСТИН, А.В. ЖУКОВ
(Ростовский военный институт ракетных войск)

Получены кинетические и полуэмпирические выражения для функции ползучести в физических уравнениях теории старения и кинетической теории прочности при сложном напряженно-деформированном состоянии, а также для операторного модуля вязкоупругости и операторного модуля вязкого сдвига.
Ключевые слова: *кинетико-феноменологическая модель, прочность, вязкоупругость, ползучесть, полимерный композит.*

Введение. Современные несущие конструкции автомобильной, авиационной, ракетно-космической и других видов техники изготавливаются из композиционных материалов, позволяющих добиться реализации сложных конструкторских задач для достижения многофункциональности, оптимизации массово-геометрических, экономических и других характеристик. При этом основной задачей проектирования является расчет длительной прочности несущих конструкций в условиях продолжительной эксплуатации. Трудность решения этой проблемы состоит в необходимости учета ползучести полимерных композитных материалов при сложном напряженно-деформированном состоянии в условиях многофакторного воздействия нагрузки.

В связи со сложными условиями работы полимерных материалов в конструкциях установление связи между напряжениями и деформациями при произвольном характере нагружения вязкоупругого тела представляет собой одну из основных проблем механики полимеров [1-8]. Система уравнений, выражающая отмеченную связь, представляет математическую модель механических свойств материала.

Для высоконаполненных полимеров такие модели прошли путь от дискретных до нелинейных вязкоупругих моделей наследственного типа. Однако обобщение и анализ экспериментальных данных, полученных для различных режимов испытаний материалов [1, 9, 10], показали, что принцип суперпозиции для высоконаполненных полимеров не выполняется, а построенные на его основе наследственные теории вязкоупругости не вполне пригодны для описания реального поведения материала. Кроме того, как правило, в процессе нагружения наполненного полимера изменяются его механические свойства. При повторном нагружении поведение материала зависит от характера предшествующего нагружения. Экспериментально установлено, что вязкоупругое поведение полимерного композитного материала при нагружении обусловлено вязкоупругостью полимерной матрицы и нарушением сплошности системы [1, 9, 10, 14]. В настоящее время не существует методов непосредственного измерения степени накопленной внутренней поврежденности рассматриваемых материалов [1].

Процессы старения полимеров и накопление повреждений в конструкциях при длительной эксплуатации дают основания применять модели и методы механики разрушений для исследования этих процессов [15-17]. Однако имеющиеся методы и подходы не учитывают такие важные особенности развития поврежденности в полимерах, как диффузное проникновение легких фракций через свободные поверхности. Технология полимеризации не исключает появления внутренних полостей или свободных поверхностей внутри материала. Наиболее активные изменения свойств, происходящие на этих поверхностях, в том числе и во внутренних микрополостях материала, не учитываются в известных моделях полимеров. Для создания адекватных моделей напряженно-деформированного состояния конструкций из полимерных композитов необходимо учитывать поведение отдельных слоев вязкоупругопластических материалов, с учетом особенностей

временных изменений свойств этих материалов. Это обстоятельство требует учета кинетики химических процессов в полимерах [12]. Множество факторов, характеризующих воздействие среды на состояние сложных конструкций, требует применения комплексных и обобщенных методов расчета, согласующихся между собой и с данными экспериментальных исследований. Созданию таких методов посвящено сравнительно небольшое число работ [18-20]. Проблема многофакторного анализа до сих пор остается открытой по причине лишь частичного рассмотрения вопросов, связанных с построением моделей комплексной оценки сложных систем. Полная модель прочностной надежности включает в себя, по меньшей мере, четыре составляющих, характеризующих свойства материала, конструкции, нагрузки и критерии прочности. Рассмотрению особенностей многослойных конструкций посвящены работы [4, 7, 11, 13, 19-23]. Однако практических алгоритмов реализации методов расчета многослойных анизотропных конструкций намного меньше [11, 13]. Сложность создания вычислительных алгоритмов состоит в накоплении систематических и случайных ошибок при больших объемах вычислительных операций, отсутствии достоверных сопутствующих корректирующих и управляющих моделей, способных устранять погрешности вычислений. Отдельную проблему составляет снижение временных затрат и оптимизация процессов вычислений. Кроме того, решение комплексных задач требует применения и комплексных методов их решения, а также правильного определения условий взаимодействия этих методов, исходя из достоверной физической и математической интерпретации условий краевых задач.

Таким образом, задача практической реализации расчетных методов исследования многослойных композитных конструкций, учитывающих все рассматриваемые составляющие комплексной модели прочностной надежности при сложном напряженно-деформированном состоянии, остается в настоящее время не решенной.

С этой целью рассмотрим способ перехода от модели ползучести материала при сложном напряженно-деформированном состоянии к модели вязкоупругости на основе принципа соответствия путем определения выражений для операторного модуля вязкоупругости и операторного модуля вязкого сдвига. Для получения указанных выражений определим функцию ползучести с помощью кинетических уравнений [12] и эмпирических констант [10].

Уравнения ползучести на основе теории старения и кинетической теории при сложном напряженно-деформированном состоянии. Полная система уравнений теории ползучести, так же, как и в теории упругости и пластичности, включает три основных группы уравнений: равновесия или движения, уравнения физические и геометрические. Рассмотрим уравнения ползучести на основе теории старения и кинетической теории для полимерных композитных материалов (ПКМ), например для конструкций летательных аппаратов, находящихся в условиях длительной эксплуатации и стационарного термосилового нагружения (ТСН).

Уравнения равновесия в тензорном виде:

$$\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_i} + X_i = 0, \quad i, j = 1,2,3. \qquad (1)$$

Геометрические уравнения Коши:

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right), \quad i, j = 1,2,3. \qquad (2)$$

Здесь σ_{ij}, ε_{ij}, u_i – соответственно компоненты тензоров напряжений, деформаций, перемещений; x_i – переменные осей координат; X_i – компоненты объемных сил в направлениях x_i.

Физические соотношения в предположении, что мгновенные деформации являются упругими, кривые ползучести – подобными, что существует степенная зависимость деформаций ползучести от напряжений, удобно записать в следующем виде:

$$\varepsilon_{11} = \frac{1}{E}\left[\sigma_{11} - \mu(\sigma_{22} + \sigma_{33})\right] + \varepsilon_T + \frac{3}{2}\sigma_i^{n-1}\Omega(t)\left(\sigma_{11} - \sigma_{cp}\right);$$

$$\varepsilon_{22} = \frac{1}{E}\left[\sigma_{22} - \mu(\sigma_{33} + \sigma_{11})\right] + \varepsilon_T + \frac{3}{2}\sigma_i^{n-1}\Omega(t)\left(\sigma_{22} - \sigma_{cp}\right);$$

$$\varepsilon_{33} = \frac{1}{E}\left[\sigma_{33} - \mu(\sigma_{11} + \sigma_{22})\right] + \varepsilon_T + \frac{3}{2}\sigma_i^{n-1}\Omega(t)\left(\sigma_{33} - \sigma_{cp}\right);$$

$$\varepsilon_{12} = \frac{\sigma_{12}}{G} + 3\sigma_i^{n-1}\Omega(t)\sigma_{12};$$

$$\varepsilon_{23} = \frac{\sigma_{23}}{G} + 3\sigma_i^{n-1}\Omega(t)\sigma_{23};$$

$$\varepsilon_{13} = \frac{\sigma_{13}}{G} + 3\sigma_i^{n-1}\Omega(t)\sigma_{13}. \quad (3)$$

Здесь ε_T – температурные деформации; $\sigma_{cp} = \frac{1}{3}(\sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33})$ – среднее напряжение; $\Omega(t) = \frac{\varepsilon_i^{П}}{\sigma_i^n}$ – функция ползучести; σ_i – интенсивность напряжений; $\varepsilon_i^{П}$ – интенсивность деформаций ползучести.

Функцию ползучести и температурные деформации определим с помощью кинетических уравнений [12]. В соответствии с [10], деформация ползучести может быть определена в виде произведений функций:

$$\varepsilon^{П}(\sigma, t) = \psi(\sigma)\Omega(t). \quad (4)$$

В практических расчетах функцию $\psi(\sigma)$ считают степенной:

$$\psi(\sigma) = \sigma^n, \quad (5)$$

где $n > 1$ – постоянная для данной температуры и материала величина.

Используя полученные выше выражения для деформаций ползучести, определяем выражения для функций $\psi(\sigma), \Omega(t)$. Экспоненциальную функцию $\varepsilon^{П}$ можем записать через эмпирические константы [10]:

$$\varepsilon^{П} = \frac{1}{E}\lambda\beta\sigma_0 t e^{-\lambda t} = \frac{\beta}{\eta}\sigma_0 t e^{-\lambda t} = \psi(t)\Omega(t). \quad (6)$$

Тогда, в соответствии с выражениями для напряжений, получим:

$$\psi(\sigma) = \beta\sigma_0; \quad (7)$$

$$\Omega(t) = \frac{1}{E}\lambda t e^{-\lambda t} = \frac{1}{\eta} t e^{-\lambda t}. \quad (8)$$

В кинетическом виде искомые функции можно определить с помощью уравнений [12]:

$$\varepsilon^{П} = \frac{t}{\eta}\sigma \ln\frac{t}{\tau_0} = \psi(t)\Omega(t). \quad (9)$$

Сравнивая полученные уравнения (8) и (9), запишем аналогичные по виду кинетические функции:

$$\psi(\sigma) = \sigma; \quad (10)$$

$$\Omega(t) = \frac{t}{\eta}\ln\frac{t}{\tau_0}. \quad (11)$$

В соответствии с теорией старения, сомножитель $\sigma_i^{n-1}\Omega(t)$ в выражении (3) определяется соотношением:

$$\sigma_i^{n-1}\Omega(t) = \frac{\varepsilon_i^{П}}{\sigma_i}. \tag{12}$$

Тогда согласно (6)-(11) сомножитель (12) можно записать:

– через эмпирические коэффициенты:

$$\sigma_i^{n-1}\Omega(t) = \frac{\varepsilon_i^{П}}{\sigma_i} = \frac{\sigma_0}{E\sigma_i}\lambda\beta t e^{-\lambda t} = \frac{\beta\sigma_0}{\eta\sigma_i} t e^{-\lambda t}, \tag{13}$$

– согласно кинетической теории:

$$\sigma_i^{n-1}\Omega(t) = \frac{t}{\eta}\ln\frac{t}{\tau_0}. \tag{14}$$

Используя полученные выражения (13), (14), а также кинетическое выражение для температурных деформаций [12], можем записать для каждого фиксированного момента времени t систему физических уравнений теории старения в полуэмпирическом виде:

$$\varepsilon_{11} = \frac{1}{E}\left[\sigma_{11} - \mu(\sigma_{22} + \sigma_{33})\right] + \alpha\Delta T + \frac{3}{2}\frac{\beta\sigma_0}{\eta\sigma_i} t e^{-\lambda t}\left(\sigma_{11} - \sigma_{cp}\right);$$

$$\varepsilon_{22} = \frac{1}{E}\left[\sigma_{22} - \mu(\sigma_{33} + \sigma_{11})\right] + \alpha\Delta T + \frac{3}{2}\frac{\beta\sigma_0}{\eta\sigma_i} t e^{-\lambda t}\left(\sigma_{22} - \sigma_{cp}\right);$$

$$\varepsilon_{33} = \frac{1}{E}\left[\sigma_{33} - \mu(\sigma_{11} + \sigma_{22})\right] + \alpha\Delta T + \frac{3}{2}\frac{\beta\sigma_0}{\eta\sigma_i} t e^{-\lambda t}\left(\sigma_{33} - \sigma_{cp}\right);$$

$$\varepsilon_{12} = \sigma_{12}\left(\frac{1}{G} + 3te^{-\lambda t}\frac{\beta\sigma_0}{\eta\sigma_i}\right);$$

$$\varepsilon_{23} = \sigma_{23}\left(\frac{1}{G} + 3te^{-\lambda t}\frac{\beta\sigma_0}{\eta\sigma_i}\right);$$

$$\varepsilon_{13} = \sigma_{13}\left(\frac{1}{G} + 3te^{-\lambda t}\frac{\beta\sigma_0}{\eta\sigma_i}\right), \tag{15}$$

или, согласно выражению (14), полученному на основе кинетического подхода

$$\varepsilon_{11} = \frac{1}{E}\left[\sigma_{11} - \mu(\sigma_{22} + \sigma_{33})\right] + \ln\frac{t}{\tau_0}\left[\frac{\alpha kT}{C} + \frac{3}{2}\left(\sigma_{11} - \sigma_{cp}\right)\frac{t}{\eta}\right];$$

$$\varepsilon_{22} = \frac{1}{E}\left[\sigma_{22} - \mu(\sigma_{33} + \sigma_{11})\right] + \ln\frac{t}{\tau_0}\left[\frac{\alpha kT}{C} + \frac{3}{2}\left(\sigma_{22} - \sigma_{cp}\right)\frac{t}{\eta}\right];$$

$$\varepsilon_{33} = \frac{1}{E}\left[\sigma_{33} - \mu(\sigma_{11} + \sigma_{22})\right] + \ln\frac{t}{\tau_0}\left[\frac{\alpha kT}{C} + \frac{3}{2}\left(\sigma_{33} - \sigma_{cp}\right)\frac{t}{\eta}\right];$$

$$\varepsilon_{12} = \sigma_{12}\left(\frac{1}{G} + 3\frac{t}{\eta}\ln\frac{t}{\tau_0}\right);$$

$$\varepsilon_{23} = \sigma_{23}\left(\frac{1}{G} + 3\frac{t}{\eta}\ln\frac{t}{\tau_0}\right);$$

$$\varepsilon_{13} = \sigma_{13}\left(\frac{1}{G} + 3\frac{t}{\eta}\ln\frac{t}{\tau_0}\right). \tag{16}$$

Анализ полученных уравнений показывает, что в физических уравнениях для деформаций сдвига последний сомножитель играет роль операторного модуля сдвига $\bar{G}$ теории вязкоупругости, соответствующего модулю сдвига G в теории упругости, по аналогии с определенным ранее операторным модулем упругости $\bar{E}$.

В соответствии с полученными кинетическими и полуэмпирическими уравнениями (15) и (16) теории старения, можем записать выражения для операторного модуля сдвига:

– в полуэмпирическом виде:

$$\bar{G} = \left(\frac{1}{G} + 3te^{-\lambda t} \frac{\beta \sigma_0}{\eta \sigma_i} \right)^{-1}, \quad (17)$$

– на основе кинетического подхода:

$$\bar{G} = \left(\frac{1}{G} + 3\frac{t}{\eta} \ln \frac{t}{\tau_0} \right)^{-1}. \quad (18)$$

Перепишем кинетическое уравнение для одноосного деформирования в раскрытом виде:

$$\varepsilon_{11} = \frac{1}{E_{11}} \sigma_{11} + \ln \frac{t}{\tau_0} \frac{\alpha kT}{C} + \sigma_{11} \frac{t}{\eta} \ln \frac{t}{\tau_0}. \quad (19)$$

После преобразования выражения (19) по аналогии с выражением для напряжений кинетической теории [12] получим:

$$\varepsilon_{11} = \varepsilon_0 + \ln \frac{t}{\tau_0} \left(\frac{\alpha kT}{C} + \sigma_{11} \frac{t}{\eta} \right). \quad (20)$$

Учитывая, что второе слагаемое в скобках выражения (20) представляет собой напряжения, обусловленные тепловой составляющей, запишем:

$$\varepsilon_{11} = \frac{1}{E_{11}} \left[\sigma_{11} + \sigma_{11}(T) \right] + \sigma_{11} \frac{t}{\eta} \ln \frac{t}{\tau_0}. \quad (21)$$

Тогда для обобщенных напряжений, обусловленных действием тепловой и механической составляющей ТСН, получим обобщенное уравнение связи деформаций и напряжений при одноосном деформировании:

$$\varepsilon_{11} = \frac{1}{E_{11}} \sigma_{11}(\sigma, T) + \sigma_{11} \frac{t}{\eta} \ln \frac{t}{\tau_0}, \quad (22)$$

или после преобразования:

$$\varepsilon_{11} = \frac{\sigma_{11}}{E_{11}} \left(1 + \frac{1}{\eta} \ln \frac{t}{\tau_0} t \right). \quad (23)$$

Уравнение для величины, обратной операторному модулю упругости, примет обобщенный вид:

$$\frac{1}{\bar{E}_{ii}} = \frac{1}{E_{ii}} \left(1 + \frac{1}{\eta} \ln \frac{t}{\tau_0} t \right). \quad (24)$$

Таким образом, на основании принципа соответствия теории упругости и вязкоупругости справедливы физические соотношения между напряжениями и деформациями ползучести для реологических материалов, выраженные через операторные модули вязкоупругости $\bar{E}$ и сдвига $\bar{G}$, полученные в кинетической и полуэмпирической форме (17), (18), (24):

$$\varepsilon_{ii} = \frac{\sigma_{ii}}{\bar{E}_{ii}}; \; \varepsilon_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\bar{G}_{ij}}, \; i = 1,2,3, \; j = 1,2,3. \quad (25)$$

Полученные соотношения (11)-(25) позволяют проводить анализ ползучести полимерных конструкционных композитов при сложном напряженно-деформированном состоянии с помощью

методов теории упругости, при использовании полученных выражений для операторных модулей вязкоупругости и вязкого сдвига.

Общий алгоритм анализа ползучести полимерных композитов при сложном напряженно-деформированном состоянии представлен с помощью блок-схемы (рис.1).

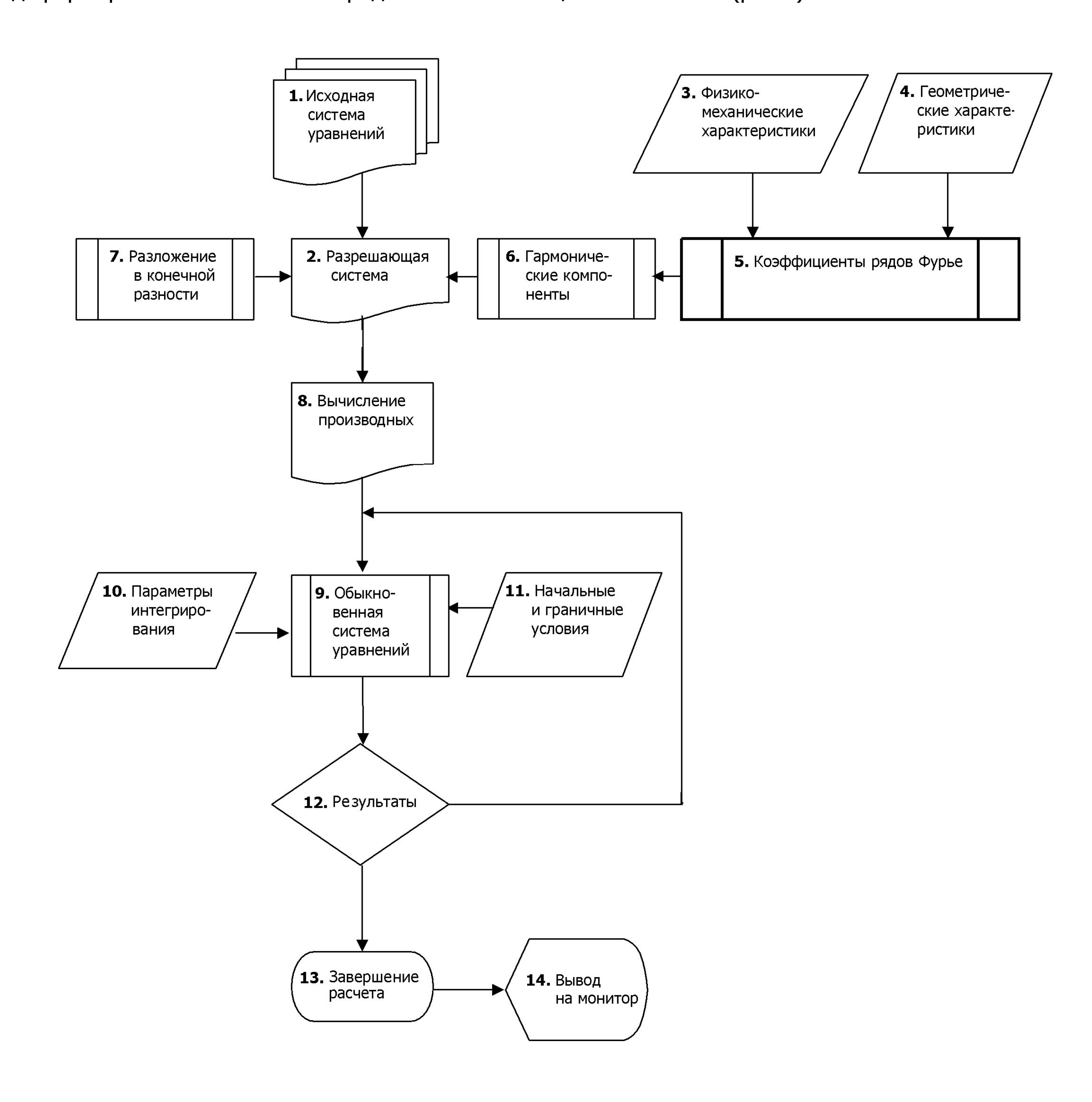


Рис.1. Блок-схема алгоритма анализа ползучести полимерных композитов при сложном напряженно-деформированном состоянии

В соответствии с этим алгоритмом на первом шаге составляется исходная система уравнений упругости для сложного напряженно-деформированного состояния, в которую входят уравнения вида (1), (2), (25). Далее, на втором шаге, в соответствии с методами [11], записывается разрешающая система уравнений относительно функций распределения напряжений по толщине, в которых выражаются условия контакта между слоями. На 3-м и 4-м шагах осуществляется ввод исходных данных о физико-механических (вязкоупругих), теплофизических и массово-геометрических характеристиках конструкции, а также исходные данные о нагрузках, выражен-

ные через функции напряжений, перемещений и температуры. Указанные исходные данные используются для разложения функций параметров нагружения и напряженно-деформированного состояния в двойные тригонометрические ряды по поверхностным координатам. На шаге 5-м определяются коэффициенты рядов Фурье. На шаге 6-м вычисляются гармонические компоненты функций разложения для Фурье-анализа. Одновременно на шаге 7-м осуществляется разложение производных по времени в конечные разности. Полученные результаты разложения функций используются для разделения переменных в разрешающей системе уравнений, полученных на втором шаге алгоритма. В результате разделения переменных и вычисления производных от простых тригонометрических функций, выполненных на шаге 8-м, приходим к системе обыкновенных дифференциальных уравнений на шаге 9-м, для решения которой, на шаге 10-м, задаются параметры расчета, определяющие число гармоник по поверхностным координатам, число точек интегрирования по толщине и дискретной ортогонализации.

Кроме этого, на шаге 11-м, осуществляется ввод данных о начальных и граничных условиях для решения краевой задачи. В результате решения задачи, на шаге 12-м, определяются искомые полные функции напряжений и перемещений путем двойного суммирования волновых функций в соответствии с методом анализа Фурье. Решение осуществляется до полного окончания суммирования по всем волновым числам. На этом алгоритм завершается (шаг 13), и результаты решения выводятся на экран монитора (шаг 14).

Проверка достоверности используемой модели показала точную сходимость результатов расчета тестового варианта для изотропной тонкостенной оболочки (рис.2, *а*) с результатами того же варианта по классической теории с «наложением» решения по трехмерной теории в области краевого эффекта [11] (рис.2, *б*).

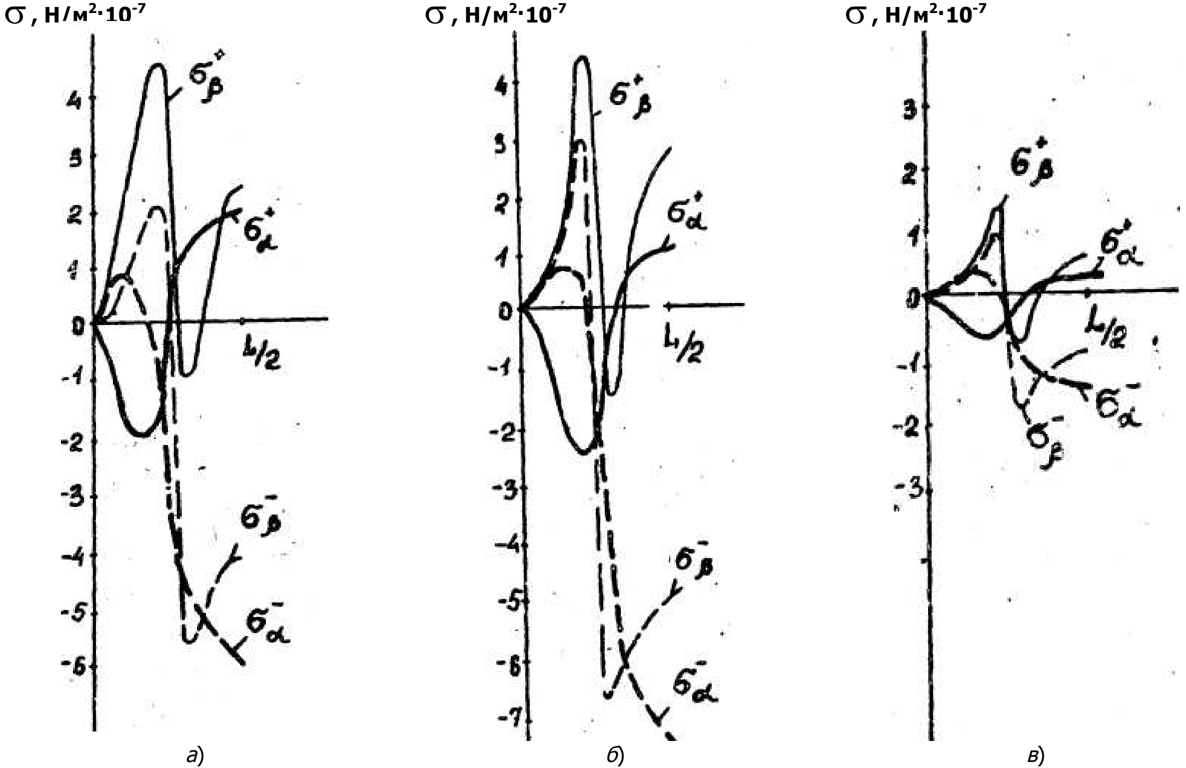


Рис.2. Распределение окружных и меридиональных напряжений по наружной и внутренней поверхности оболочечной конструкции: *а* – из металла АМг-6, полученное с использованием классической модели [13]; *б, в* – из металла АМг-6 и композитного материала СВМ + ЭДТ-10, соответственно, полученное с помощью представленной трехмерной модели

Расчет проводился для металлической оболочки из АМг-6 с размерами: L/R=0,5, l_0/R=0,25, φ_0=0,25L (рад), где L, R – длина и радиус оболочки; l_0, φ_0 – линейный и угловой размеры локальной области. Результаты расчета окружных и меридиональных напряжений наружной и внутренней поверхностей оболочки представлены на рис.2, *а*, *б*.

С помощью предложенной модели были проведены исследования многослойных анизотропных оболочек из композитного материала СВМ + ЭДТ-10.

Результаты расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) при нагреве локальной области для рассмотренного выше варианта нагружения композитной оболочки приведены на рис.2, *в*.

Сравнение полученных результатов расчета показывает общее сходство картины распределения напряжений в композитных и металлических оболочках, однако, напряжения в композитной конструкции в 3-3,7 раза меньше, чем в металлической. В этом проявляется преимущество композитов перед металлами при использовании их в качестве конструкционных материалов в различных областях техники.

Заключение. Приведенная математическая модель, а также методы и алгоритмы ее применения позволяют прогнозировать кратковременную и длительную прочность современных и перспективных несущих конструкций из полимерных композитных материалов при многофакторном воздействии нагрузок и условий эксплуатации на основе численных методов расчета напряженно-деформированного состояния многослойных оболочек с использованием анализа Фурье.

Библиографический список

1. Критерии прочности и надежность конструкций / В.Н. Аликин [и др.]; под ред. М.И. Соколовского. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2005. – 164 с.

2. Исследование процессов массопереноса в многослойных полимерных конструкциях сложной формы / В.Н. Аликин [и др.] // Динамика и прочность машин: сб. тр. – 2001. – №3. – Пермь: ПГТУ. – С.27-33.

3. Ашкенази Е.К. Анизотропия конструкционных материалов / Е.К. Ашкенази, Э.В. Ганов. – Л.: Машиностроение, 1972. – 216 с.

4. Баничук Н.В. Оптимизация элементов конструкций из композиционных материалов / Н.В. Баничук, Р.В. Рикардс. – М.: Машиностроение, 1988.

5. Баранов А.Н. Экспериментальное исследование критической деформации цилиндрической оболочки в условиях ползучести / А.Н. Баранов, М.А. Морозов // Изв. АН СССР. Механика твердого тела. – 1971. – №1.

6. Бартенев Г.М. Прочность и механизм разрушения полимеров / Г.М. Бартенев. – М.: Химия, 1984. – 280 с.

7. Бахвалов Н.С. Осреднение процессов в периодических средах. Математические задачи механики композиционных материалов / Н.С. Бахвалов, Г.П. Панасенко. – М.: Наука, 1984.

8. Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести / Н.И. Безухов. – М.: Высшая школа, 1968. – 330 с.

9. Белозеров Л.Г. Композитные оболочки при силовых и тепловых воздействиях / Л.Г. Белозеров, В.А. Киреев. – М.: Изд-во физ.-мат. лит-ры, 2003. – 388 с.

10. Гольденблат И.И. Длительная прочность в машиностроении / И.И. Гольденблат, В.Л. Бажанов, В.А. Копнов. – М.: Машиностроение, 1977. – 248 с.

11. Григоренко Я.М. Решение нелинейных задач теории оболочек на ЭВМ / Я.М. Григоренко, А.П. Мукоед. – Киев: Вища школа, 1983.

12. Журков С.Н. Дилатонный механизм прочности твердых тел / С.Н. Журков // Физика прочности и пластичности. – 1986. – С.5-10.

13. Нерубайло Б.В. Локальные задачи прочности цилиндрических оболочек / Б.В. Нерубайло. – М.: Машиностроение, 1983.

14. Осяев О.Г. Испытания моделей корпусов летательных аппаратов при нагреве подвижным источником / О.Г. Осяев // Численные и аналитические методы решения задач строительной механики и теории упругости, 1995. – С.32-38.

15. Партон В.З. Динамическая механика разрушения / В.З. Партон, В.Г. Борисковский. – М.: Машиностроение, 1985. – 264 с.

16. Петров В.А. Дилатонная модель термофлуктуационного зарождения трещин / В.А. Петров // ФТТ. – 1983. – 25. – С.3124-3127.

17. Петров В.А. Тепловые флуктуации как генератор зародышевых трещин / В.А. Петров. – М.: Наука, 1986. – С.11-17.

18. Подстригач Я.С. Термоупругость тел неоднородной структуры / Я.С. Подстригач, В.А. Ломакин, Ю.М. Коляно. – М.: Наука, 1984.

19. Самарин Ю.П. Структурная модель среды для описания пластичности и ползучести при сложном напряженном состоянии / Ю.П. Самарин, В.П. Радченко, С.В. Кузьмин // Прочность материалов и элементов конструкций при сложном напряженном состоянии. – Киев: Наукова думка, 1986. – С.233-237.

20. Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – М.: Наука, 1977. – 320 с.

21. Хома И.Ю. Обобщенная теория анизотропных оболочек / И.Ю. Хома. – Киев: Наукова думка, 1985.

22. Обобщенная теория неоднородных по толщине пластин и оболочек / Л.П. Хорошун [и др.]. – Киев: Наукова думка, 1983.

23. Червонный А.А. Надежность сложных систем / А.А. Червонный, В.И. Лукъяненко, В.Л. Котин. – М.: Машиностроение, 1986. – 288 с.

Материал поступил в редакцию 27.05.2011.

References

1. Kriterii prochnosti i nadyozhnost` konstrukcij / V.N. Alikin [i dr.]; pod red. M.I. Sokolovskogo. – M.: Nedra-Biznescentr, 2005. – 164 s. – In Russian.

2. Issledovanie processov massoperenosa v mnogoslojny`x polimerny`x konstrukciyax slozhnoj formy` / V.N. Alikin [i dr.] // Dinamika i prochnost` mashin: sb. tr. – 2001. – #3. – Perm`: PGTU. – S.27-33. – In Russian.

3. Ashkenazi E.K. Anizotropiya konstrukcionny`x materialov / E.K. Ashkenazi, E`.V. Ganov. – L.: Mashinostroenie, 1972. – 216 s. – In Russian.

4. Banichuk N.V. Optimizaciya e`lementov konstrukcij iz kompozicionny`x materialov / N.V. Banichuk, R.V. Rikards. – M.: Mashinostroenie, 1988. – In Russian.

5. Baranov A.N. E`ksperimental`noe issledovanie kriticheskoj deformacii cilindricheskoj obolochki v usloviyax polzuchesti / A.N. Baranov, M.A. Morozov // Izv. AN SSSR. Mexanika tvyordogo tela. – 1971. – #1. – In Russian.

6. Bartenev G.M. Prochnost` i mexanizm razrusheniya polimerov / G.M. Bartenev. – M.: Ximiya, 1984. – 280 s. – In Russian.

7. Baxvalov N.S. Osrednenie processov v periodicheskix sredax. Matematicheskie zadachi mexaniki kompozicionny`x materialov / N.S. Baxvalov, G.P. Panasenko. – M.: Nauka, 1984. – In Russian.

8. Bezuxov N.I. Osnovy` teorii uprugosti, plastichnosti i polzuchesti / N.I. Bezuxov. – M.: Vy`sshaya shkola, 1968. – 330 s. – In Russian.

9. Belozerov L.G. Kompozitny`e obolochki pri silovy`x i teplovy`x vozdejstviyax / L.G. Belozerov, V.A. Kireev. – M.: Izd-vo fiz.-mat. lit-ry`, 2003. – 388 s. – In Russian.

10. Gol`denblat I.I. Dlitel`naya prochnost` v mashinostroenii / I.I. Gol`denblat, V.L. Bazhanov, V.A. Kopnov. – M.: Mashinostroenie, 1977. – 248 s. – In Russian.

11. Grigorenko Ya.M. Reshenie nelinejny`x zadach teorii obolochek na E`VM / Ya.M. Grigorenko, A.P. Mukoed. – Kiev: Vy`shha shkola, 1983. – In Russian.

12. Zhurkov S.N. Dilatonny`j mexanizm prochnosti tvyordy`x tel / S.N. Zhurkov // Fizika prochnosti i plastichnosti. – 1986. – S.5-10. – In Russian.
13. Nerubajlo B.V. Lokal`ny`e zadachi prochnosti cilindricheskix obolochek / B.V. Nerubajlo. – M.: Mashinostroenie, 1983. – In Russian.
14. Osyaev O.G. Ispy`taniya modelej korpusov letatel`ny`x apparatov pri nagreve podvizhny`m istochnikom / O.G. Osyaev // Chislenny`e i analiticheskie metody` resheniya zadach stroitel`noj mexaniki i teorii uprugosti, 1995. – S.32-38. – In Russian.
15. Parton V.Z. Dinamicheskaya mexanika razrusheniya / V.Z. Parton, V.G. Boriskovskij. – M.: Mashinostroenie, 1985. – 264 s. – In Russian.
16. Petrov V.A. Dilatonnaya model` termofluktuacionnogo zarozhdeniya treshhin / V.A. Petrov // FTT. – 1983. – 25. – S.3124-3127. – In Russian.
17. Petrov V.A. Teplovy`e fluktuacii kak generator zarody`shevy`x treshhin / V.A. Petrov. – M.: Nauka, 1986. – S.11-17. – In Russian.
18. Podstrigach Ya.S. Termouprugost` tel neodnorodnoj struktury` / Ya.S. Podstrigach, V.A. Lomakin, Yu.M. Kolyano. – M.: Nauka, 1984. – In Russian.
19. Samarin Yu.P. Strukturnaya model` sredy` dlya opisaniya plastichnosti i polzuchesti pri slozhnom napryazhyonnom sostoyanii / Yu.P. Samarin, V.P. Radchenko, S.V. Kuz`min // Prochnost` materialov i e`lementov konstrukcij pri slozhnom napryazhyonnom sostoyanii. – Kiev: Naukova dumka, 1986. – S.233-237. – In Russian.
20. Samarskij A.A. Matematicheskoe modelirovanie: Idei. Metody`. Primery` / A.A. Samarskij, A.P. Mixajlov. – M.: Nauka, 1977. – 320 s. – In Russian.
21. Xoma I.Yu. Obobshhyonnaya teoriya anizotropny`x obolochek / I.Yu. Xoma. – Kiev: Naukova dumka, 1985. – In Russian.
22. Obobshhyonnaya teoriya neodnorodny`x po tolshhine plastin i obolochek / L.P. Xoroshun [i dr.]. – Kiev: Naukova dumka, 1983. – In Russian.
23. Chervonny`j A.A. Nadyozhnost` slozhny`x sistem / A.A. Chervonny`j, V.I. Luk``yanenko, V.L. Kotin. – M.: Mashinostroenie, 1986. – 288 s. – In Russian.

KINETIK-PHENOMENOLOGICAL MODEL FOR ANALYSIS OF POLYMERIC COMPOSITE CREEP UNDER COMPLEX STRESS-STRAIN STATE

O.G. OSYAEV, Y.A. TATURIN, A.M. KOSTIN, A.V. ZHUKOV
(Rostov Military Institute of Rocket Forces)

Kinetic and semiempirical expressions for the creep function in the physical equations of the theory of aging and the kinetic theory of strength under the complex stress-strain state, as well as for the operator viscoelasticity modulus and the operator modulus of viscous creep are got.
Keywords: *kinetic-phenomenological model, strength, viscoelasticity, creep, polymeric composite.*

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631.363.285

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОТЖИМА СОКА ШНЕКОВЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ДРЕНИРУЮЩИМ КОНТУРОМ

Д.А. ЯКОВЛЕВ
(Донской государственный технический университет)

Приведены результаты теоретических исследований процесса отжима сока шнековым прессом. Построена математическая модель отжима сока шнековым рабочим органом с дополнительным дренирующим контуром.
Ключевые слова: *шнек, шнековый пресс, дополнительный дренирующий контур, зелёная масса, отжим сока, механическое обезвоживание, влажное фракционирование.*

Введение. Шнековые прессы являются наиболее распространённым отжимным устройством непрерывного действия в технологии влажного фракционирования [1]. В таких прессах возможно достичь давление, необходимое для обезвоживания зелёной массы. Эффект самодозирования шнековых прессов исключает необходимость равномерной подачи материала. Однако вследствие большой толщины прессуемого слоя и сравнительно малой площади контакта обезвоживаемого материала с дренирующим контуром шнековые прессы обладают меньшей в сравнении с другими устройствами степенью обезвоживания.

С целью повышения качества отжима предложена конструкция шнека с дополнительным дренирующим контуром [2, 3] (рис.1). Для теоретической оценки эффективности разработанной конструкции составлена математическая модель, позволяющая рассчитать выход сока в процессе механического обезвоживания.

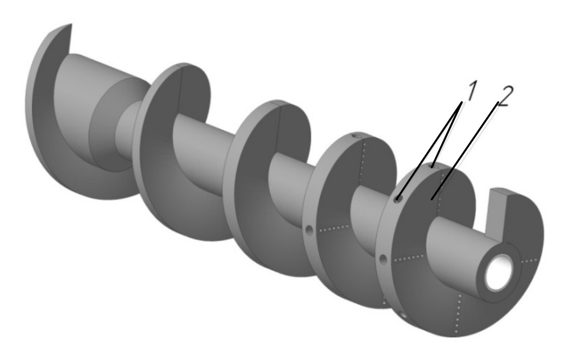


Рис.1. Конструкция шнекового рабочего органа
с дополнительным дренирующим контуром: 1 – канал; 2 – отверстия

Расчёт скорости фильтрации сока при отжиме. Для описания процесса фильтрации зелёного сока через пористую среду растительного скелета воспользуемся законом Дарси [4]:

$$\begin{cases} v_x = -k_x \cdot \dfrac{\partial H}{\partial x} \\ v_y = -k_y \cdot \dfrac{\partial H}{\partial y} \\ v_z = -k_z \cdot \dfrac{\partial H}{\partial z} \end{cases}, \quad (1)$$

где $v_x, v_y\, v_z$ – скорости фильтрации жидкости в направлениях *x, y, z* соответственно;
$k_x, k_y\, k_z$ – коэффициенты фильтрации жидкости в направлениях *x, y, z* соответственно;

$\frac{\partial H}{\partial x}, \frac{\partial H}{\partial y}, \frac{\partial H}{\partial z}$ – падение напора на единицу длины в направлениях x, y, z соответственно (градиенты порового давления).

Межвитковое пространство шнека представлено в виде трапецеидального жёлоба (рис.2):

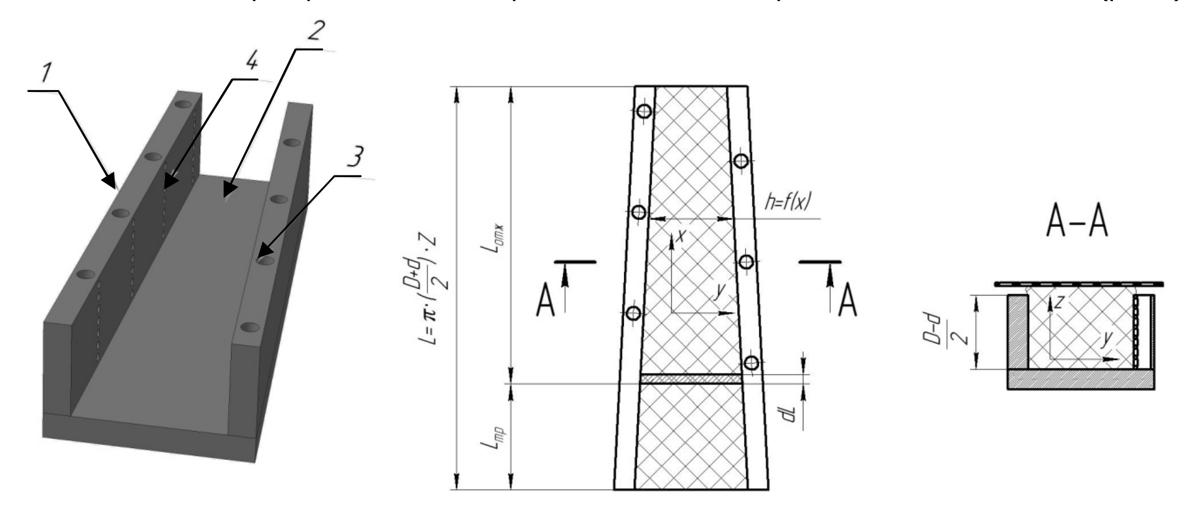


Рис.2. Модель развёрнутого межвиткового пространства шнека:
1 – виток; 2 – вал шнека; 3 – канал дополнительного дренирующего контура; 4 – отверстия;
D и d – внешний и внутренний диаметры шнека; Z – количество витков шнека

Разобьём объём межвиткового пространства на конечное число элементарных слоёв, толщиной dL. Применительно к модели шнека с дополнительным дренирующим контуром закон (1) приобретает следующий вид:

$$\begin{cases} v_{1y} = -k_y \cdot \dfrac{\partial H}{\partial y} \\ v_{1z} = -k_z \cdot \dfrac{\partial H}{\partial z} \end{cases}. \qquad (2)$$

При фильтрации через фильтрующую перегородку изменением давления внутри прессуемого слоя можно пренебречь. Интегрируем каждое уравнения системы (2).

Для направления по оси y (начальные условия y=0, граничные условия – длина участка фильтрации равна ширине канала $y= h$), для направления по оси z (начальные условия $z = \frac{d}{2}$, граничные условия $z = \frac{D}{2}$) получает следующие зависимости:

$$\begin{cases} v_{1y} = k_y \cdot \dfrac{H - C_1}{h} \\ v_{1z} = k_z \cdot \dfrac{2 \cdot \left(H - C_2\right)}{\left(D - d\right)} \end{cases}. \qquad (3)$$

При отсутствии порового давления, $H = 0$, скорость фильтрации равна нулю $v_{1y} = 0$, $v_{1z} = 0$. Таким образом,

$$C_1 = 0; \qquad C_2 = 0.$$

Уравнение (3) приобретает вид:

$$\begin{cases} v_{1y} = k_y \cdot \dfrac{H}{h} \\ v_{1z} = k_z \cdot \dfrac{2H}{(D-d)} \end{cases}. \quad (4)$$

Скорость фильтрации одновременно в двух направлениях рассчитывается по общеизвестному свойству градиента:

$$v_1 = \sqrt{{v_{1y}}^2 + {v_{1z}}^2};$$
$$v_1 = \sqrt{\left(k_y \cdot \frac{H}{h}\right)^2 + \left(k_z \cdot \frac{2H}{(D-d)}\right)^2}. \quad (5)$$

Скорость фильтрации сока во всём канале будет определяться как сумма скоростей каждого слоя на участке $0 - L_{отж}$. В дифференциальной форме зависимость будет следующей:

$$\begin{cases} v = \displaystyle\int_0^{L_{отж}} \sqrt{\left(k_y \cdot \frac{H}{h}\right)^2 + \left(k_z \cdot \frac{2H}{(D-d)}\right)^2} \cdot dx \\ v_z = \displaystyle\int_0^{L_{отж}} k_z \cdot \frac{2H}{(D-d)} \cdot dx \end{cases}, \quad (6)$$

где v – скорость фильтрации жидкости при отжиме экспериментальным шнеком (фильтрация в направлениях y и z); v_z – скорость фильтрации жидкости при отжиме стандартным шнеком (фильтрация в направлении z).

Для расчёта скоростей фильтрации на всём участке отжима сока $L_{отж}$ представим все зависимости, входящие в уравнение (6), от координаты x. На рис.3 представлена зависимость ширины канала h от координаты x.

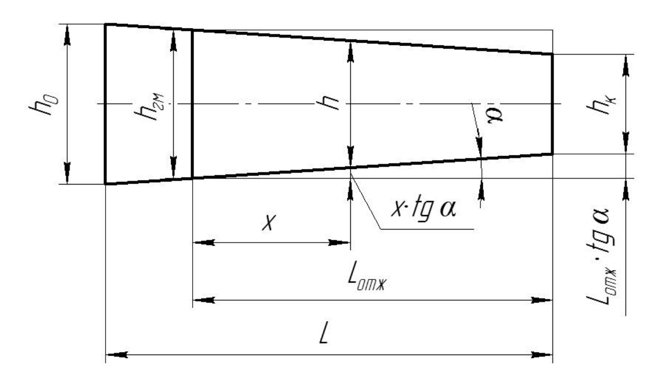


Рис.3. Геометрические параметры межвиткового пространства шнека

Толщина межвиткового пространства (канала) h в любой точке будет определяться соотношением:

$$h = h_0 - 2 \cdot (x + L_{тр}) \cdot tg\alpha \Big|_{x=0}^{L_{отж}}. \quad (7)$$

Найдём величину $tg\alpha$. Отношение начальной толщины канала h_0 к конечной толщине $h_к$ является коэффициентом сжатия материала $k_{сж}$:

$$\frac{h_0}{h_к} = k_{сж}. \quad (8)$$

Согласно зависимости (8) конечная толщина канала:

$$h_к = h_0 - 2L \cdot tg\alpha .$$

Подставим данную зависимость в уравнение (8):

$$\frac{h_0}{h_0 - 2L \cdot tg\alpha} = k_{сж} ,$$

откуда

$$tg\alpha = h_0 \frac{k_{сж} - 1}{2L \cdot k_{сж}} . \qquad (9)$$

Формула (8) с учётом (10) приобретает вид:

$$h = h_0 \left(1 - (x + L_{тр}) \cdot \frac{k_{сж} - 1}{L \cdot k_{сж}} \right) \Bigg|_{x=0}^{L_{отж}} . \qquad (10)$$

Ширина канала в середине участка отжима равна

$$h_{IIc} = h_0 \left(1 - (\frac{L_{отж}}{2} + L_{тр}) \cdot \frac{k_{сж} - 1}{L \cdot k_{сж}} \right) \Bigg|_{x=0}^{L_{отж}} . \qquad (11)$$

Поровое давление, входящее в уравнение скорости фильтрации сока (6), является составной частью общего давления [6]:

$$P = H + E , \qquad (12)$$

где P – полное давление на прессующую поверхность витка шнека в направлении прессования; H – поровое (нейтральное) давление; E – эффективное давление.

Эффективное давление определяется из условия равновесия выделенного элементарного объёма обезвоживаемого материала. Оно определяется следующим выражением:

$$E = E_{вых} \cdot e^{-a\left(L_{отж} - x\right)} \Bigg|_{x=0}^{L_{отж}} .$$

При условии, что на выходе из прессующей камеры $E_{вых} = P_{вых}$,

$$E = P_{вых} \cdot e^{-a\left(L_{отж} - x\right)} \Bigg|_{x=0}^{L_{отж}} , \qquad (13)$$

где $P_{вых}$ – общее давление на выходе из прессующей секции; a – расчетный коэффициент.

Осевое давление *E* связано с радиальным $E^{рад}$ следующим законом:

$$\frac{E^{рад}}{E} = \xi. \qquad (14)$$

Для описания порового давления примем следующую зависимость:

$$H = H_{гм} \cdot e^{-a_h \cdot (x - L_{тр})} , \qquad (15)$$

где $H_{гм}$ – поровое давление на этапе достижения состояния гидромассы; a_h – эмпирический коэффициент.

Поровое давление $H_{гм}$ свяжем с эффективным давлением на этапе достижения состояния гидромассы $E_{гм}$ следующей зависимостью:

$$H_{гм} = b_h \cdot E_{гм} , \qquad (16)$$

где $E_{гм}$ определяется зависимостью (13) при $x = 0$; b_h – эмпирический коэффициент.

Исследования [5] показали, что взаимосвязь осевого и радиального поровых давлений целесообразно описывать уравнением:

$$\frac{H}{H^{рад}} = \frac{H_y}{H_z} = \xi . \qquad (17)$$

Конечная зависимость поровых давлений H_y и H_z от положения в прессовом канале, исходя из (15), имеет вид

$$\begin{cases} H_y = H_{гм} \cdot \xi \cdot e^{-a_h x} \\ H_z = H_{гм} \cdot e^{-a_h x} \end{cases} \Bigg|_{x=0}^{L_{отж}} . \qquad (18)$$

Определение коэффициента фильтрации зелёного сока через «скелет» растительной массы подробно рассмотрено в работе В.Н. Фомина [1]. Начальный коэффициент фильтрации (в момент достижения материалом состояния гидромассы) определяется зависимостью:

$$k_{\phi 0} = \xi_a \cdot \frac{\gamma_{зс} \cdot \mu_в}{\gamma_в \cdot \mu_{зс}} \cdot \left(a_{10} - a_{11} \cdot \frac{\gamma_c}{\gamma_в} \right) \cdot \left[1 - \frac{\gamma_e \cdot \left(C_e - C_j \right)}{\gamma_{sm} \cdot \left(C_{sm} - C_j \right) \cdot \left(1 - x_* \right)} \right]^{b4}, \tag{19}$$

где ξ_a – коэффициент соотношения продольной и поперечной фильтрации;

$$k_\phi^z = \xi_a \cdot k_\phi^y \tag{20}$$

$\gamma_{зс}$, $\gamma_в$ – плотность зелёного сока и воды соответственно; $\mu_в$, $\mu_{зс}$ – коэффициент вязкости зелёного сока и воды соответственно; a_{10}, a_{11}, b_4 – эмпирические коэффициенты; γ_e, $\gamma_c = \gamma_e \cdot C_e$ – объёмная плотность измельчённой зелёной массы и сухого вещества измельчённой зелёной массы соответственно; C_e, C_j – содержание сухого вещества в измельчённой зелёной массе и зелёного сока; γ_{sm} – объёмная плотность максимально деформированной измельчённой зелёной массы; C_{sm} – содержание сухого вещества в максимально деформированной измельчённой зелёной массы; x_* – относительная линейная деформация.

По аналогии с зависимостью изменения коэффициента пористости [4] примем следующую модель изменения коэффициента фильтрации:

$$k_\phi = k_{\phi 0} \cdot \left(1 - a_к \cdot P_{вых} \cdot e^{-a \cdot \left(L_{отж} - x \right)} \right) \Big|_{x=0}^{L}, \tag{21}$$

где a_k – эмпирический коэффициент.

Полученные зависимости подставим в систему уравнений скорости фильтрации сока (6):

$$\begin{cases} v = \displaystyle\int_0^{L_{отж}} \sqrt{ \left(k_{\phi 0y} \cdot \left(1 - a_к \cdot P_{вых} \cdot e^{-a \cdot \left(L_{отж} - x \right)} \right) \cdot \frac{H_{гм} \cdot \xi \cdot e^{-a_h \cdot x}}{h_{IIc}} \right)^2 + \left(k_{\phi 0z} \cdot \left(1 - a_к \cdot P_{вых} \cdot e^{-a \cdot \left(L_{отж} - x \right)} \right) \cdot \frac{2 H_{гм} \cdot e^{-a_h \cdot x}}{\left(D - d \right)} \right)^2 } \cdot dx \\ v_z = \displaystyle\int_0^{L_{отж}} k_{\phi 0z} \cdot \left(1 - a_к \cdot P_{вых} \cdot e^{-a \cdot \left(L_{отж} - x \right)} \right) \cdot \frac{2 H_{гм} \cdot e^{-a_h \cdot x}}{\left(D - d \right)} \cdot dx \end{cases}. \tag{22}$$

Произведём интегрирование при помощи математической программы Wolfram Mathematica 7.0:

$$\begin{cases} v = \left. \left(a \cdot e^{a \cdot L_{отж}} - a_h \cdot e^{a \cdot L_{отж}} + a_h \cdot a_к \cdot e^{a \cdot x} \cdot P_{вых} \right) \times \sqrt{ e^{-2 a_h \cdot x} \left(H_{гм} - a_к \cdot e^{a \cdot \left(x - L_{отж} \right)} \cdot H_{гм} \cdot P_{вых} \right)^2 \cdot \left(\frac{4 k_{\phi 0z}^2}{\left(D - d \right)^2} + \frac{k_{\phi 0y}^2 \cdot \xi^2}{h_{IIc}^2} \right) } \Big/ \left(a_h \left(a_h - a \right) \cdot \left(e^{a \cdot L_{отж}} - a_к \cdot e^{a \cdot x} \cdot P_{вых} \right) \right) + C_3 \right|_{x=0}^{L_{отж}} \\ v_z = \left. -\frac{2 e^{a_h \cdot x} \cdot k_{\phi 0z} \cdot H_{гм} \cdot \left(\frac{1}{a_h} + \frac{a_к \cdot e^{a \cdot \left(x - L_{отж} \right)} \cdot P_{вых}}{a - a_h} \right)}{D - d} + C_4 \right|_{x=0}^{L_{отж}} \end{cases}, \tag{23}$$

Для вычисления констант C_3, C_4 рассмотрим состояние в начале процесса отжима после достижения материалом состояния гидромассы. В этот момент сумма скоростей (23) будет равна скорости фильтрации этого элементарного участка (22) при $x = 0$.

Окончательный вид суммарных скоростей фильтрации сока. Для экспериментальной конструкции шнека:

$$v=\left(a\cdot e^{a\cdot L_{отж}}-a_h\cdot e^{a\cdot L_{отж}}+a_h\cdot a_к\cdot e^{a\cdot L_{отж}}\cdot P_{вых}\right)\times$$

$$\times\sqrt{e^{-2a_h\cdot L_{отж}}\left(H_{гм}-a_к\cdot H_{гм}\cdot P_{вых}\right)^2\cdot\left(\frac{4k^2_{ф0z}}{\left(D-d\right)^2}+\frac{k^2_{ф0y}\cdot\xi^2}{h^2_{IIc}}\right)}\Big/$$

$$\left(a_h\left(a_h-a\right)\cdot\left(e^{a\cdot L_{отж}}-a_к\cdot e^{a\cdot L_{отж}}\cdot P_{вых}\right)\right)- \quad .(24)$$

$$-\frac{\left(a\cdot e^{a\cdot L_{отж}}-a_h\cdot e^{a\cdot L_{отж}}+a_h\cdot a_к\cdot P_{вых}\right)\cdot\sqrt{\left(H_{гм}-a_к\cdot e^{-a\cdot L_{отж}}\cdot H_{гм}\cdot P_{вых}\right)^2\cdot\left(\frac{4k^2_{ф0z}}{\left(D-d\right)^2}+\frac{k^2_{ф0y}\cdot\xi^2}{h^2_{IIc}}\right)}}{\left(a_h\left(a_h-a\right)\cdot\left(e^{a\cdot L_{отж}}-a_к\cdot e^{a\cdot L_{отж}}\cdot P_{вых}\right)\right)}+$$

$$+\sqrt{\left(k_{ф0y}\cdot\left(1-a_к\cdot P_{вых}\cdot e^{-a\cdot\left(L_{отж}\right)}\right)\cdot\frac{H_{гм}\cdot\xi}{h_{IIc}}\right)^2+\left(k_{ф0z}\cdot\left(1-a_к\cdot P_{вых}\cdot e^{-a\cdot\left(L_{отж}\right)}\right)\cdot\frac{2H_{гм}}{\left(D-d\right)}\right)^2}$$

Для стандартной конструкции:

$$v_z=-\frac{2e^{a_h\cdot L_{отж}}\cdot k_{ф0z}\cdot H_{гм}\cdot\left(\frac{1}{a_h}+\frac{a_к\cdot P_{вых}}{a-a_h}\right)}{D-d}+$$

$$+k_{ф0z}\cdot\left(1-a_к\cdot P_{вых}\cdot e^{-a\cdot\left(L_{отж}\right)}\right)\cdot\frac{2H_{гм}}{\left(D-d\right)}+\frac{k_{ф0z}\cdot H_{гм}\cdot\left(\frac{1}{a_h}+\frac{a_к\cdot e^{-a\cdot L_{отж}}\cdot P_{вых}}{a-a_h}\right)}{D-d}\cdot \quad (25)$$

Расчёт выхода сока. Масса сока, вышедшая при отжиме зелёной массы, занимающей объём межвиткового пространства прессующих витков, равна [7]

$$M^{ЗС}=v\cdot\left(F_{о.в.}+F_з\right)\cdot\gamma\cdot t^{отж},$$
$$M^{ЗС}_z=v_z\cdot F_з\cdot\gamma\cdot t^{отж}, \quad (26)$$

где $F_з$, $F_{о.в.}$ – эффективные площади зеерной камеры, контактирующей с отжимаемым продуктом и площадь дополнительного дренирующего контура соответственно; γ – объёмный вес зелёного сока; $t^{отж}$ – время отжима через зеерную камеру.

Исходя из зависимости (10), эффективная площадь зеерной камеры, контактирующей с отжимаемым продуктом, равна

$$F_з=F^з_{ж.с.}\cdot\int_0^{L_{отж}}h_0\left(1-(x+L_{тр})\cdot\frac{k_{сж}-1}{L\cdot k_{сж}}\right),$$

$$F_з=F^з_{ж.с.}\cdot\frac{h_0\cdot L_{отж}\cdot\left(2L-L_{отж}\cdot\left(k_{сж}-1\right)\right)}{2L\cdot k_{сж}}, \quad (27)$$

где $F^з_{ж.с.}$ – живое сечение зеерного цилиндра.

Площадь дополнительного дренирующего контура равна

$$F_{о.в.}=d^{ддк}_{отв}\cdot j\cdot i, \quad (28)$$

где $d^{ддк}_{отв}$ – диаметр отверстий дополнительного дренирующего контура; j – количество отверстий в ряде; i – количество каналов.

Время отжима сока запишем в виде отношения пройдённого пути элементарным слоем материала к скорости прохождения:

$$t^{отж} = \frac{L_{отж}}{V}, \tag{29}$$

где V – линейная скорость витков шнека по среднему диаметру:

$$V = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot \frac{D+d}{4} = \frac{\pi \cdot n}{120} \cdot \left(D+d\right), \tag{30}$$

n – число оборотов шнека.

Уравнение (29) принимает окончательный вид:

$$t^{отж} = \frac{120 \cdot L_{отж}}{\pi \cdot n \cdot \left(D+d\right)}; \tag{31}$$

Определяем выход сока:

$$\lambda = \frac{M^{ЗС}}{M^{ЗМ}_{отж}}, \quad \lambda_z = \frac{M^{ЗС}_z}{M^{ЗМ}_{отж}}, \tag{32}$$

где $M^{ЗМ}_{отж}$ – масса измельчённой зелёной массы, занимающая объём межвиткового пространства прессующих витков, до прессования (т.е. в состоянии гидромассы):

$$M^{ЗМ}_{отж} = V^{ЗМ}_{отж} \cdot \rho_{г.м.}, \tag{33}$$

где $V^{ЗМ}_{отж}$ – условный объём зелёной массы в зоне отжима сока при одинаковой плотности массы; $\rho_{г.м.}$ – плотность гидромассы.

Условный объём, занимаемый зелёной массой при одной плотности, рассчитаем как площадь поперечного сечения канала в месте достижения материалом состояние гидромассы на длину жёлоба L:

$$V^{ЗМ}_{отж} = \left(\frac{D-d}{2}\right) \cdot h_0 \cdot \left(1 - L_{тр} \cdot \frac{k_{сж}-1}{L \cdot k_{сж}}\right) \cdot L_{отж}. \tag{34}$$

Окончательные уравнения, позволяющие рассчитать выход сока, после соответствующих преобразований:

$$\lambda = v \cdot \frac{120 \cdot \left(2L \cdot k_{сж} \cdot d^{ддк}_{отв} \cdot j \cdot i + F^{з}_{ж.с.} \cdot h_0 \cdot L_{отж} \cdot \left(2L - L_{отж} \cdot \left(k_{сж}-1\right)\right)\right) \cdot \gamma}{\pi \cdot n \cdot \left(D^2 - d^2\right) \cdot h_0 \cdot \left(L + L_{отж} \cdot \left(k_{сж}-1\right)\right) \cdot \rho_{г.м.}},$$
$$\lambda_z = v_z \cdot \frac{120 \cdot F^{з}_{ж.с.} \cdot L_{отж} \cdot \left(2L - L_{отж} \cdot \left(k_{сж}-1\right)\right) \cdot \gamma}{\pi \cdot n \cdot \left(D^2 - d^2\right) \cdot \left(L + L_{отж} \cdot \left(k_{сж}-1\right)\right) \cdot \rho_{г.м.}}. \tag{35}$$

Заключение. Получена математическая модель, позволяющая рассчитать выход сока, отводимого из камеры прессования одновременно в двух направлениях: в направлении зеерной камеры и дополнительного дренирующего контура в витках шнека.

Библиографический список

1. Фомин В.И. Влажное фракционирование зелёных кормов / В.И. Фомин / РИСХМ. – Ростов н/Д, 1978. – 160 с.
2. Пат. 93738 Российская Федерация, МПК B 30 B 9/12, B 30 B 9/14. Шнековый пресс для отжима сока из растительного сырья / А.Г. Карапетьян, Д.А. Яковлев; заявл. 15.12.2009; опубл. 10.05.2010. Бюл. №13.
3. Яковлев Д.А. Рационализация шнекового рабочего органа для отжима сока из зелёных растений / Д.А. Яковлев // Вестн. Донс. гос. техн. ун-та. – 2010.– Т.10, №4. – С.556-559.

4. Мироненко В.А. Основы гидромеханики / В.А. Мироненко, В.М. Шестаков. – М.: Недра, 1974. – 296 с.

5. Яковлев Д.А. Анализ конструкции и выбор шнекового рабочего органа для отжима сока из зелёных растений / Д.А. Яковлев, А.Г. Карапетьян // Инновационные технологии и техника – основа повышения эффективности животноводства: сб. тр. – Зерноград: СКНИИМЭСХ, 2010. – С.357-364.

6. Прессы пищевых и кормовых производств / под ред. А.Я. Соколова. – М.: Машиностроение, 1973. – 288 с.

7. Груздев И.Э. Теория шнековых устройств / И.Э. Груздев, Р.Г. Мирзоев, В.И. Янков. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1978. – 144 с.

Материал поступил в редакцию 06.06.2011.

References

1. Fomin V.I. Vlazhnoe frakcionirovanie zelyony`x kormov / V.I. Fomin / RISXM. – Rostov n/D, 1978. – 160 s. – In Russian.

2. Pat. 93738 Rossijskaya Federaciya, MPK B 30 B 9/12, B 30 B 9/14. Shnekovy`j press dlya otzhima soka iz rastitel`nogo sy`r`ya / A.G. Karapet`yan, D.A. Yakovlev; zayavl. 15.12.2009; opubl. 10.05.2010. Byul. #13. – In Russian.

3. Yakovlev D.A. Racionalizaciya shnekovogo rabochego organa dlya otzhima soka iz zelyony`x rastenij / D.A. Yakovlev // Vestn. Dons. gos. texn. un-ta. – 2010.– T.10, #4. – S.556-559.

4. Mironenko V.A. Osnovy` gidromexaniki / V.A. Mironenko, V.M. Shestakov. – M.: Nedra, 1974. – 296 s. – In Russian.

5. Yakovlev D.A. Analiz konstrukcii i vy`bor shnekovogo rabochego organa dlya otzhima soka iz zelyony`x rastenij / D.A. Yakovlev, A.G. Karapet`yan // Innovacionny`e texnologii i texnika – osnova povy`sheniya e`ffektivnosti zhivotnovodstva: sb. tr. – Zernograd: SKNIIME`SX, 2010. – S.357-364. – In Russian.

6. Pressy` pishhevy`x i kormovy`x proizvodstv / pod red. A.Ya. Sokolova. – M.: Mashinostroenie, 1973. – 288 s. – In Russian.

7. Gruzdev I.E`. Teoriya shnekovy`x ustrojstv / I.E`. Gruzdev, R.G. Mirzoev, V.I. Yankov. – L.: Izd-vo LGU, 1978. – 144 s. – In Russian.

THEORETICAL STUDIES OF JUICING BY SCREW OPERATING DEVICE WITH EXTRA DRAINAGE CONTOUR

D.A. YAKOVLEV
(Don State Technical University)

Theoretical studies of the squeezing screw press are made. A mathematical model of juicing by the screw operating device with an extra drainage surface is created.
Keywords: *screw, screw press, extra drainage contour, green crops, juicing, mechanical dehumidification, watery fractionation.*

УДК 519.7: 007 + 06

ОПЕРАТОР SELECT В ЯЗЫКЕ N-DECLARATIVE LANGUAGE

О.В. ОЛЬХОВИК
(Донской государственный технический университет)

Описаны синтаксис и семантика оператора SELECT в языке N-Declarative Language. Показано, что для каждого класса в смысле N-модели данных может быть построено отношение, содержащее значения атрибутов, информативных на этом классе, а оператор SELECT реализует операции реляционной алгебры и другие специальные операции над подмножествами этого отношения.
Ключевые слова: *Model-driven engineering, информационные системы, базы данных, языки запросов данных, оператор SELECT.*

Введение. Современные Model-driven engineering (MDE) технологии предназначены для улучшения коммуникаций между участниками проекта и для генерации программного кода на основе проектных диаграмм. Однако они повышают стоимость разработки и сопровождения программ из-за необходимости тратить усилия отдельно и на поддержку проектных диаграмм, и на создание программного кода. Источником проблемы здесь является невозможность полной автоматической генерации программного кода, а нотации, предназначенные для кодогенерации, настолько усложняются, что их коммуникативная ценность сводится к нулю, и их разработка не менее сложна, чем построение кода.

В статье [1] предложена N-модель данных, на основе которой разработаны декларативный язык запросов N-Declarative Language (NDL) [2] и визуально-декларативный язык проектирования N-Visulal Language (NVL) [3]. Принципы, заложенные в NVL, позволяют сократить цикл производства программного обеспечения информационных систем (ПО ИС) посредством полной автоматической кодогенерации структур данных и бизнес-логики и повысить коммуникативный эффект за счет более простого и понятного визуально-декларативного языка построения проектных диаграмм.

С другой стороны, стоимость сопровождения ПО ИС может быть существенно снижена путем уменьшения количества обращений пользователей за счет самостоятельного решения ими информационных задач. Этого можно добиться посредством увеличения числа запросов «ad-hoc», выполняемых пользователями без помощи программистов (возможно, с помощью соответствующих интерфейсов, например, интерактивных отчетов). Перспектива увеличения числа запросов «ad-hoc», выполняемых пользователями, видится в замене Structured Query Language (SQL) на более простой SQL-подобный язык без потери выразительной мощности. В качестве такого языка предлагается NDL.

Поскольку основным оператором любого языка, оперирующего структурированными данными, является оператор выборки SELECT, рассмотрению его синтаксиса и семантики в языке NDL и посвящена данная работа.

Синтаксис оператора SELECT в NDL [2]. SELECT в NDL состоит из предложений аналогичных предложениям оператором выборки в SQL: SELECT, FROM, WHERE, GROUP BY, HAVING и ORDER BY. Предложение SELECT определяет множество атрибутов, формирующих результат выборки. Предложение FROM определяет источник выборки. Здесь принципиальное отличие NDL состоит в том, что источником выборки может служить только один класс (или категория), а не набор таблиц, как в SQL. Предложение WHERE определяет предикат, ограничивающий результат выборки. Предложение GROUP BY задает группировку, а предложение HAVING ограничивает результат группировки предикатом, заданным на ее результате. Предложение ORDER BY реализует сорти-

ровку результата. При этом сортировка может выполняться только по именованным атрибутам. В общем случае синтаксис оператора SELECT в NDL таков:

<выборка> ::=
SELECT [DISTINCT] [*] [<операционное задание> [AS "<имя>"]
(, <операционное задание> [AS <имя>]..)]
FROM <имя>
[WHERE <условие>]
[GROUP BY <имя> (,<имя>..)]
[HAVING <условие>]
[ORDER BY <имя> [DESC] (,<имя> [DESC]..)]
<операционное задание>::= {(<операционное задание>)| <операнд>}
[<операция> <операционное задание>]
*<операция> ::= {INTERSECT| MINUS| UNION| +| -| *| /| '||'}*
<операнд> ::= {<атрибут-операнд>| <значение>|
<унарная функция>| <бинарная функция>}
<атрибут-операнд>::={<имя>|{<имя>|PARENT}.<имя>| <имя>:<имя>}
<значение>::={<целое число>| <вещественное число>| <литерал>}
<бинарная функция>::= <имя> (<операнд>,<операнд>)
<унарная функция>::= {INV| COUNT| MIN| MAX| SUM|
AVG| ALL|<имя>} (<операнд>)
<условие> ::= {(<условие>)| NOT <условие> |<сравнение>}
[{AND|OR} <условие>]
<сравнение> ::= <операционное задание> {<rel-op> <операционное задание>
| BETWEEN <значение> AND <значение>
| IN <операционное задание>| '('<значение> (,<значение>..)')'
| STARTING <значение>
| CONTAINING <значение>}
<rel-op>::= {=|<>|>|<|=>|<=}
<имя> ::= <буква>(<буква>|<цифра>)
<цифра>::= {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9}
<буква>::= {a..z, A..Z, а..я, А..Я, _}

Семантика оператора SELECT в NDL. Семантику оператора SELECT определим на основе базовых конструкций N-модели данных, описанных в [1]. Базовым понятием N-модели является объект, который рассматривается как множество образов. Объектам в реальном мире могут соответствовать конкретные предметы и явления, а также абстрактные понятия предметной области, причем не обязательно вербализованные в естественных языках. Поскольку объекты суть множества, на них определены базовые теоретико-множественные отношения и операции. Теоретико-множественное отношение нестрогого включения при этом трактуется как отношение наследования. Все объекты различимы и индексируются натуральными числами идентифицирующей функцией Id: $X \to N$.

Свойства объектов определяются атрибутами, которые представляют собой бинарные функции, определенные на множестве объектов. Значения каждого атрибута лежат в области определенного simple-типа данных (целые, вещественные числа, литералы и т. д.). На произвольном объекте атрибут в общем случае возвращает некоторое множество значений одного типа данных. Атрибут также может ссылаться на объекты. При этом его значение на объекте в общем случае представляет собой множество идентификаторов объектов.

Поскольку атрибуты – это функции, они могут задаваться различным способом. Если атрибут задается перечислением пар <объект, значение>, то он называется исходным. Если атрибут задается формулой, то он считается расчетным. Формулы представляют собой инфиксную запись последовательности операций над атрибутами, определенных в [1].

Существует требование к аналитической различимости объектов. Для любой пары различных объектов должен существовать хотя бы один исходный атрибут, принимающий на них различные значения неравные неопределенности.

Важным является определение терминальности. Атрибут терминален на объекте, если его значения на любом подмножестве объекта равны с точностью до перестановки. Если атрибут не терминален на объекте, то его значение на нем представляет собой объединение значений этого атрибута на всех его подмножествах.

Классом называется объект, в котором можно выделить непересекающиеся подмножества такие, что существует некоторое непустое множество исходных атрибутов, каждый из которых терминален на любом из этих подмножеств. Данные подмножества класса называются его экземплярами, а множество атрибутов называется множеством атрибутов терминальных на классе.

Класс наследует от другого класса, если является его подмножеством. При этом каждый экземпляр класса-потомка является наследником (подмножеством) строго одного экземпляра класса-предка. Наследование может быть простым или кратным. В случае простого наследования (будем рассматривать именно такой случай) существует функция Parent: $Id(X) \rightarrow Id(X)$, которая по идентификатору экземпляра возвращает идентификатор его непосредственного предка.

Множество терминальных атрибутов класса-предка является подмножеством терминальных атрибутов класса-потомка. Атрибут определен на классе, если терминален на нем, но не терминален на любом из его предков.

В иерархии классов существует верхняя грань – класс x_0, являющийся предком любого класса. На нем определены все константы (атрибуты, значения которых одинаковы для всех объектов), в том числе внешние переменные, которые можно считать константами в любой отдельно взятый момент существования базы данных.

Категория – это подмножество класса, состоящее из его экземпляров, на которых истинен некоторый предикат. Все, что далее будет говориться о классах, может быть обобщено и для категорий.

База данных представляет собой схему, включающую в себя классы и категории с определенными на них атрибутами, и множество экземпляров классов данной схемы.

Теперь перейдем непосредственно к семантике оператора SELECT. Оператор SELECT в применении к некоторому классу оперирует атрибутами потока этого класса.

Пусть $C = \{c_1, c_2, \ldots, c_n\}$ $n \in N$ – конечное множество классов, определенное в заданной схеме. На произвольном классе c_i $(1 \le i \le n)$ определено некоторое множество атрибутов Υ_i с тем же индексом. Множество атрибутов, определенных в классе c_i или в его ветви наследования обозначим:

$$\Omega_i = \{f \,/\, f \in \Upsilon j,\ c_j = c_i \vee c_j \subset c_i \vee c_j \supset c_i\}.$$

Множество экземпляров класса c_i обозначим $Ext(c_i)$. Тогда рекурсивно поток s_i класса c_i – это $s_i = \bigcup_j \Upsilon_j$ таких, что $\Upsilon_j \subseteq \Omega_i$ или $\exists$ g:

$$X \rightarrow B(Ext(c_k))\ \&\ Ext(c_i) \subseteq X\ \&\ \Upsilon_j \subseteq s_k.$$

Иными словами, в поток класса входят атрибуты, определенные на нем, или на его предках, или на его потомках, или входящие в потоки классов, на которые он ссылается. Поток класса позволяет определить имена атрибутов, которые доступны в операторе SELECT, построенном на заданном классе.

Помимо значений атрибутов, определенных в ветви наследования класса, или полученных из них операцией композиции, оператор SELECT может возвращать значения атрибутов, полученных в результате применения над атрибутами потока любых других операций, описанных в [1]. Определим множество информативных на произвольном классе c_i атрибутов ϑ_i как множество атрибутов, соответствующих правилам ***P1 – P4***:

P1. $f \in \Omega_i \Rightarrow f \in \vartheta_i$.

P2. $f = h(g) \Rightarrow f \in \vartheta_i$, где $g \in \vartheta_i$, $Im_g \cap Def_h \neq \varnothing$, $h \in s_i$.

P3. $f = \bullet\, g \Rightarrow f \in \vartheta_i$, где $\bullet$ – унарная операция или агрегация над атрибутом в смысле [1], $g \in \vartheta_i$.

P4. $f = g \circ h \Rightarrow f \in \vartheta_i$, где $\circ$ – бинарная или теоретико-множественная операция над атрибутами в смысле [1], $g, h \in \vartheta_i$.

Пусть c_i – произвольный класс в базе данных, $Ext(c_i) = \{x_1,x_2,\ldots,x_q\}$, $q \in N$ – множество его экземпляров в определенный момент времени, и $\vartheta_i = \{f_1,f_2,\ldots,f_m\}$, $m \in N$ – множество информативных на нем атрибутов. Тогда можно построить отношение $\Re_i$, в котором каждый экземпляр x класса c_i порождает ровно один кортеж (Id(x), Parent(x), $f_1(x)$, $f_2(x)$,…, $f_m(x)$) и никаких других кортежей не содержится:

Id	**Parent**	f_1	f_2	**…**	f_m
$Id(x_1)$	Parent (x_1)	$f_1(x_1)$	$f_2(x_1)$	**…**	$f_m(x_1)$
$Id(x_2)$	Parent (x_2)	$f_1(x_2)$	$f_2(x_2)$	**…**	$f_m(x_2)$
…	…	**…**	**…**	**…**	**…**
$Id(x_q)$	Parent (x_q)	$f_1(x_q)$	$f_2(x_q)$		$f_m(x_q)$

Можно было бы сказать, что результат оператора SELECT на произвольном классе c_i – это результат применения операций реляционной алгебры и/или операций группировки и сортировки над отношением $\Re_i$. Однако с отношением $\Re_i$ связана проблема практической интерпретации. Возникает она из-за того, что информативный на классе атрибут в общем случае может принимать на его экземплярах значения, по сути являющиеся множествами значений simple-типов данных. Если информативный атрибут на каждом экземпляре класса принимает строго одно значение simple-типа, то, согласно [1], он называется ординарным, в противном случае – множественным. Причем, если атрибут определен на классе как ординарный, то он является множественным на его классах-предках. Проблема собственно заключается в интерпретации множественных атрибутов, если они входят в $\Re_i$.

Как вариант решения проблемы можно предложить ограничить множество атрибутов, из которых строится $\Re_i$, только ординарными на классе c_i. Обозначим $\vartheta'_i=\{f/f\in\vartheta_i, \forall x\in Ext(c_i)\ |f(x)|=1\}$. Допустим, что для произвольного класса c_i существует $\vartheta'_i = \{f_1,f_2,\ldots,f_k\}$, $k\in N$. Тогда в отношении $\Re_i$ каждый экземпляр x класса c_i порождает ровно один кортеж (Id(x), Parent(x), $f_1(x)$, $f_2(x)$,…, $f_k(x)$) и никаких других кортежей не содержится:

Id	**Parent**	f_1	f_2	**…**	f_k
$Id(x_1)$	Parent (x_1)	$f_1(x_1)$	$f_2(x_1)$	**…**	$f_k(x_1)$
$Id(x_2)$	Parent (x_2)	$f_1(x_2)$	$f_2(x_2)$	**…**	$f_k(x_2)$
…	…	**…**	**…**	**…**	**…**
$Id(x_q)$	Parent (x_q)	$f_1(x_q)$	$f_2(x_q)$		$f_k(x_q)$

Недостаток данного решения – ограничение выразительной мощности оператора SELECT.

На практике множественные атрибуты могут интерпретироваться как коллекции. В этом случае отношение $\Re_i$ можно переопределить посредством функции кодирования Code: $B(P)\rightarrow N$, определенной в булеане множества P значений simple-типов данных. Тогда в отношении $\Re_i$ каждый экземпляр x класса c_i порождает ровно один кортеж (Id(x), Parent(x), Code($f_1(x)$), Code($f_2(x)$),…, Code($f_m(x)$)) и никаких других кортежей не содержится:

Id	**Parent**	f_1	f_2	**…**	f_m
$Id(x_1)$	Parent (x_1)	Code($f_1(x_1)$)	Code($f_2(x_1)$)	**…**	Code($f_m(x_1)$)
$Id(x_2)$	Parent (x_2)	Code($f_1(x_2)$)	Code($f_2(x_2)$)	**…**	Code($f_m(x_2)$)
…	…	**…**	**…**	**…**	**…**
$Id(x_q)$	Parent (x_q)	Code($f_1(x_q)$)	Code($f_2(x_q)$)		Code($f_m(x_q)$)

Проблематичность этого решения заключается в том, что для обработки результата SELECT реляционных операторов будет недостаточно. Потребуются раскодирование и перебор-

ные операции, которые могут быть реализованы только на императивном или функциональном языке и, возможно, только процедурно. Это приведет к необходимости совместного использования различных парадигм программирования, что усложнит как семантику, так и практическую реализацию оператора SELECT.

Последний вариант решения проблемы множественных атрибутов заключается в снятии неявного требования функциональной зависимости атрибутов $f_1,f_2,\ldots,f_m$ от Id в отношении $\Re_i$. Отношение $\Re_i$ ограничим таким образом, что каждый экземпляр x_j класса c_i продуцирует в отношении $\Re_i$ множество кортежей равное декартову произведению значений функций Id, Parent, f_1, $f_2,\ldots$, f_m на этом экземпляре. Пусть c_i – произвольный класс в базе данных, $Ext(c_i) = \{x_1,x_2,\ldots,x_q\}$, $q \in N$ – множество его экземпляров в определенный момент времени, $\vartheta_i = \{f_1,f_2,\ldots,f_m\}$, $m \in N$ – множество информативных на нем атрибутов. Тогда можно построить отношение:

$$R_i=\bigcup_{j=1}^{j=q} Id\left(x_j\right)\times Parent\left(x_j\right)\times f_1\left(x_j\right)\times f_2\left(x_j\right)\times\ldots\times f_m\left(x_j\right). \quad (1)$$

Продемонстрируем построение $\Re_i$ на примерах. Предварительно заметим, что число информативных на классе атрибутов бесконечно, поскольку бесконечно число атрибутов, порождаемых операциями. Поэтому в рассматриваемых примерах (и только в них) ограничим множество ϑ_i атрибутами потока класса, который в любой момент существования базы данных конечен. Допустим, имеется класс c_1, содержащий экземпляры x_1 и x_2, и на нем определены атрибуты f_1 и f_2. При этом $Id(x_1) = 91$, $Id(x_2) = 92$, $f_1(x_1) = \{1,0\}$, $f_2(x_1) = 10$, $f_1(x_2) = 1$, $f_2(x_2) = 20$. Тогда отношение $\Re_1$, построенное на классе c_1, будет выглядеть так:

Id	f_1	f_2
91	1	10
91	0	10
92	1	20.

Теперь добавим в предыдущий пример класс c_2, который наследует от класса c_1. Допустим, что c_2 содержит экземпляры x_3, x_4 и x_5 и $Id(x_3)=93$, $Id(x_4)=94$, $Id(x_5)=95$. При этом x_3 и x_4 наследуют от экземпляра x_1 класса c_1, а x_5 наследует от x_2. На c_2 определен атрибут f_3: $f_3(x_3)=300$, $f_3(x_4)=400$, $f_3(x_5)=500$. Тогда отношение $\Re_1$, построенное на классе c_1, будет таким:

Id	f_1	f_2	f_3
91	1	10	300
91	1	10	400
91	0	10	300
91	0	10	400
92	1	20	500.

Отношение $\Re_2$, построенное на классе c_2, будет выглядеть следующим образом:

Id	**Parent**	f_1	f_2	f_3
93	91	1	10	300
93	91	0	10	300
94	91	1	10	400
94	91	0	10	400
95	92	1	20	500.

В последнем примере добавим к классам c_1 и c_2 класс c_3 с экземплярами x_6 и x_7. Допустим, что $Id(x_6)=10$, а $Id(x_7)=20$. На c_3 определен атрибут f_4: $f_4(x_6)=1000$, $f_4(x_7)=2000$. Кроме того, атрибут f_2, определенный на c_1, будем трактовать как ссылку на класс c_3. Тогда на c_3 определен расчетный атрибут $f_5=Inv(c_1,f_2)$, что, согласно [1], означает обратную ссылку на класс c_2, полученную в результате операции инволюции. Тогда отношение $\Re_1$, построенное на классе c_1, таково:

Id	f_1	f_2	f_3	$f_2.f_4$
91	1	10	300	1000
91	1	10	400	1000
91	0	10	300	1000
91	0	10	400	1000
92	1	20	500	2000.

Отношение $\Re_2$, построенное на классе c_2:

Id	Parent	f_1	f_2	f_3	$f_2.f_4$
93	91	1	10	300	1000
93	91	0	10	300	1000
94	91	1	10	400	1000
94	91	0	10	400	1000
95	92	1	20	500	2000.

Отношение $\Re_3$, построенное на классе c_3:

Id	f_4	f_5	$f_5.f_1$	$f_5.f_3$
10	1000	91	1	300
10	1000	91	0	300
10	1000	91	1	400
10	1000	91	0	400
20	2000	92	1	500.

Главным недостатком последнего из предложенных здесь вариантов решения проблемы множественных атрибутов является «скрытая угроза» экспоненциального возрастания мощности результирующего отношения при увеличении числа таковых в запросе. Угроза является скрытой, поскольку декартово произведение при формировании результатов запроса выполняется неявно в зависимости от свойств атрибутов. Запрос, выдающий практически неприемлемый по мощности результат, в языке NDL выглядит довольно «невинно», в отличие от SQL, где аналогичный запрос будет иметь более громоздкую конструкцию с явным указанием операции соединения, продуцирующей декартово произведение.

Тем не менее, мы предпочитаем предоставить программистам возможность ошибаться, чем делает невозможным решение некоторых задач, как в первом варианте, или же совмещать различные парадигмы программирования с непредсказуемым эффектом, как во втором. Необходимо только предупредить программистов о «скрытой угрозе», и количество ошибок не будет слишком большим.

Таким образом, здесь и далее мы будем использовать для $\Re_i$ последнее определение. Это подразумевает, что в любой нашей реализации NDL оператор SELECT будет иметь следующую семантику:

S1. Результат применения оператора SELECT к произвольному классу c_i – это всегда некоторое отношение, полученное путем последовательного применения операций реляционной алгебры и/или операций группировки и сортировки над отношением $\Re_i$, которое определяется выражением (1).

Семантика предложений оператора SELECT в NDL. В соответствии с правилом ***S1*** результат оператора SELECT на классе можно представить как результат применения операций реляционной алгебры и/или операций группировки и упорядочивания к отношению, содержащему значения информативных на этом классе атрибутов. Здесь и далее мы будем использовать операции реляционной алгебры Кодда.

Еще в «Третьем манифесте» [4] были четко сформулированы признаки нереляционности SQL. И хотя авторы манифеста посчитали это недостатком SQL, практика показала обратную картину: для выражения многих важных классов информационных запросов одной реляционной алгебры недостаточно. Хотя следующее высказывание может показаться противоречащим преды-

дущему, мы поддерживаем мнение Дейта и Дарвена, что нереляционность SQL – это «зло». Но, хотим мы этого или нет, от этого «зла» никуда не деться. Во-первых, мы не можем уйти от упорядоченности результата запроса – порядок как по столбцам, так и по строкам часто критически важен не только для представления, но и для программной обработки результата запроса. Во-вторых, устранение кортежей-дубликатов в некоторых случаях приводит к невыразимости информационной потребности в запросе. В-третьих, многие аналитические запросы оперируют сгруппированными таблицами, которые нельзя получить посредством операций реляционной алгебры над исходным отношением. Поэтому мы сознательно вводим операции группировки и упорядочивания, семантика которых определена в стандарте SQL ISO/IEC-9075-01:2008 [5].

Кроме того, условимся обозначать name(z) – имя объекта z (атрибута или класса) в базе данных в произвольный момент времени.

S2. Предложение FROM оператора SELECT определяет класс, на котором выполняется этот оператор.

S3. Предложение SELECT оператора SELECT на классе c_i реализует операцию проекции реляционной алгебры на отношении $\Re_i$ (при этом явно задается порядок столбцов в результате):

SELECT name(A), name(B),.., name(C)
FROM name(c_i)$\rightarrow$
PROJECT $\Re_i${A,B,…,C},

где A,B,..,C – атрибуты, информативные на c_i.

Примечания:

1. В операторе "SELECT * FROM name(c_i)" символ "*" – это сокращенная запись имен атрибутов, определенных на c_i.

2. В операторе "SELECT DISTINCT name(A), name(B),.., name(C) FROM name(c_i)" из результата выборки устраняются кортежи-дубликаты.

3. В операторе "SELECT DISTINCT name(A) AS "<имя>" FROM name(c_i)" имени атрибута A явно задается значение <имя>.

4. Предложение WHERE может содержать функцию EXT(name(c_j)), возвращающую множество идентификаторов класса или категории c_j.

S4. Предложение WHERE оператора SELECT на классе c_i реализует операции ограничения, пересечения, объединения и вычитания реляционной алгебры на подмножествах отношении $\Re_i$:

SELECT name(A), name(B),.., name(C)
FROM name(c_i)
WHERE $\wp \rightarrow$
PROJECT $\Re_i${A,B,…,C} WHERE $\wp$,

где $\wp$ – предикат, определенный на $\Re_i$, синтаксис которого описывается нетерминальным символом <условие>.

SELECT name(A), name(B),.., name(C)
FROM name(c_i)
WHERE $\wp_1$ AND $\wp_2 \rightarrow$
PROJECT $\Re_i${A,B,…,C} WHERE $\wp_1$ INTERSECT
PROJECT $\Re_i${A,B,…,C} WHERE $\wp_2$,

где $\wp_1$, $\wp_2$ – предикаты, определенные на $\Re_i$.

SELECT name(A), name(B),.., name(C)
FROM name(c_i)
WHERE $\wp_1$ OR $\wp_2 \rightarrow$
PROJECT $\Re_i${A,B,…,C} WHERE $\wp_1$ UNION
PROJECT $\Re_i${A,B,…,C} WHERE $\wp_2$.

SELECT name(A), name(B),.., name(C)
FROM name(c_i)

WHERE NOT $\wp \rightarrow$

$\Re_i$ MINUS PROJECT $\Re_i$\{A,B,…,C\} WHERE $\wp$.

Примечание.

В операторе" SELECT name(A), name(B),.., name(C) FROM name(c_i)

WHERE name(A) IN name(B) " запись " name(A) IN name(B)" выражает предикат, который истинен на кортеже, если значение атрибута A является нестрогим подмножеством значения атрибута B в этом кортеже.

S5. Предложение GROUP BY оператора SELECT на классе c_i реализует нереляционную операцию группировки (выделение реляционного множителя со сверткой на нем значений атрибутов агрегатными функциями) на отношении $\Re_i$ или его подмножестве:

SELECT name(A),…, name(B),.., AGR(name(C)),…, AGR(name(D))

FROM name(c_i)

GROUP BY name(A),…, name(B) $\rightarrow$

GROUPING $\Re_i$\{A,…,B) WITH (AGR(C),…, AGR(D)),

где AGR – агрегатная функция (COUNT| MIN| MAX| AVG| SUM).

Примечание.

Оператор "SELECT AGR(name(C)),…, AGR(name(D)) FROM name(c_i)" неявно формирует сгруппированную таблицу, содержащую ровно один кортеж, в которой происходит свертка значений атрибутов C,…,D всех кортежей исходной таблицы.

S6. Предложение HAVING оператора SELECT на классе c_i реализует операции ограничения, объединения, пересечения и дополнения реляционной алгебры на отношении, полученном в результате группировки $\Re_i$ или его подмножества.

SELECT name(A),…, name(B),.., AGR(name(C)),…, AGR(name(D))

FROM name(c_i)

GROUP BY name(A),…, name(B)

HAVING $\wp \rightarrow$

GROUPING $\Re_i$\{A,…,B) WITH (AGR(C),…, AGR(D))

WHERE $\wp$,

где $\wp$ – предикат, который определен на результате группировки.

S7. Предложение ORDER BY оператора SELECT на классе c_i задает отношение алгебраического порядка на кортежах подмножества отношения $\Re_i$. Сортировка осуществляется по возрастанию значений атрибутов, перечисленных в предложении ORDER BY в том порядке, в котором они перечислены. Если перед именем атрибута указано слово DESC, то сортировка по этому атрибуту осуществляется по убыванию.

О полноте оператора SELECT в NDL. Язык запросов, представленный в NDL оператором SELECT, вычислительно не полон. Здесь можно выполнить транзитивное замыкание, но некоторые частично рекурсивные функции, в которых последующие значения вычисляются по предыдущим, неизвестным на момент начала вычислений, средствами NDL описать нельзя. Мы расцениваем это, скорее, как достоинство, поскольку, с одной стороны, подобные функции, как и любые другие, можно реализовать на вычислительно полном языке, императивном или функциональном, и получать их значения в операторе SELECT с помощью вызова. С другой стороны, вычислительная неполнота языка позволяет надеяться на разрешимость его синтаксически-правильных конструкций.

Язык запросов в NDL реляционно не полон. Все базовые операции реляционной алгебры Кодда, за исключением декартова произведения, и производным от нее операциям соединения и деления, реализуются правилами S3 и S4.

Что же касается декартова произведения, то, согласно (1), оно уже частично реализовано в отношении $\Re$, содержащем информативные на классе атрибуты. Можно показать, что произвольный класс c_i в смысле N-модели данных представим в виде одного отношения r_i или, в случае

если на нем определены множественные атрибуты одного основного r_i и нескольких дочерних отношений. При этом атрибут-ссылка в классе c_i может быть представлен как внешний ключ, определенный на r_i или на дочернем отношении. Следовательно, любую схему базы данных Sh в смысле N-модели, не содержащую категорий, можно представить в виде некоторой схемы реляционной базы данных ShR. Таким образом, из (1) и свойств операции композиции следует, что отношение $\Re_i$ произвольного класса c_i схемы Sh содержит любое естественное соединение соответствующего ему отношения r_i в соответствующей реляционной схеме ShR. Однако в базе данных может возникнуть потребность в соединении, не являющемся естественным. Или же могут возникнуть запросы, реализующие реляционный оператор деления. И эти запросы не будут выразимы на NDL.

Можно, оставаясь в рамках N-модели данных, сделать язык NDL реляционно полным. Для этого достаточно позволить использование в операторе SELECT функции ALL(name(c_j)), возвращающей множество идентификаторов экземпляров класса или категории c_j и являющейся изоморфизмом функции Ext. В рамках описанной в данной работе концепции, когда $\Re$ строится на множестве информативных на классе атрибутов, на функцию ALL(name(c_j)) полезно наложить следующие прагматические ограничения:

M1. В предложении SELECT оператора SELECT функция ALL(name(c_j)) может использоваться только как операнд теоретико-множественных операций INTERSECT, MINUS и UNION и агрегатной операции COUNT, определенных в [1].

M2. В предложении WHERE оператора SELECT в качестве операнда сравнения функция ALL(name(c_j)) может использоваться только как операнд теоретико-множественных операций INTERSECT, MINUS и UNION, агрегатной операции COUNT, определенных в [1], или же самостоятельно.

M3. Если функция ALL(name(c_j)) является операндом операций INTERSECT, MINUS или UNION в операторе SELECT, определенном на классе c_i, то другим операндом должен быть атрибут, информативный на c_i, чья область значений содержит ALL(name(c_j)), или, иначе говоря, другой операнд должен быть ссылкой на класс c_j (если же c_j – категория, то ссылкой на ее родительский класс).

Введенные здесь ограничения не делает NDL реляционно полным. Для достижения реляционной полноты необходимо их снять. В этом случае отношения $\Re$ различных классов совпадают и содержат все атрибуты, определенные в базе данных, и все атрибуты, производные от них, т.е. в операторе SELECT, построенном на любом классе, будут доступны значения атрибутов всех классов базы данных вне зависимости от того, насколько такая доступность вообще имеет смысл. Реляционная полнота в данном случае дает возможность порождать множество бессмысленных запросов. Такая же ситуация, благодаря конструкции подзапросов, наблюдается и в SQL. Однако мы считаем ее проблематичной и поэтому в настоящее время полагаем, что ограничений ***M1 – M3*** необходимо придерживаться. Тем не менее, мы понимаем всю дискуссионность данного вопроса и необходимость его дальнейшего исследования.

Теперь перейдем к проблеме невыразимости транзитивного замыкания в SQL (транзитивное замыкание не реализовано в стандарте SQL, но реализуется в промышленных системах управления базами данных с помощью конструкций, определенных в расширениях SQL, например, в PL/SQL или в T-SQL). В NDL она решена, поскольку транзитивное замыкание выражается через рекурсивно вычисляемые расчетные атрибуты. Покажем это на хрестоматийном примере. В базе данных содержатся сведения о сотрудниках: табельный номер, имя, начальник. Под последним понимается непосредственный начальник сотрудника. Необходимо выбрать всех руководителей (транзитивных начальников) для каждого сотрудника.

В базе данных сведения о сотруднике будут содержаться в классе (на NDL):

```
create class entity СОТРУДНИК
attributes ТАБНОМЕР: varchar(32),
           ИМЯ: varchar(128),
           НАЧАЛЬНИК: ext(СОТРУДНИК),
           РУКОВОДИТЕЛЬ = НАЧАЛЬНИК union
                                        НАЧАЛЬНИК.РУКОВОДИТЕЛЬ
unique     (ТАБНОМЕР);
```

Запрос на NDL, возвращающий для каждого сотрудника всех его руководителей, будет выглядеть так:

```
select ТАБНОМЕР, ИМЯ, РУКОВОДИТЕЛЬ
from СОТРУДНИК.
```

Заключение. Описаны синтаксис и семантика оператора SELECT языка NDL и оценена его полнота. NDL базируется не на реляционной, а на объектной N-модели, и переход в данной работе к реляционной алгебре обусловлен только желанием авторов объяснить семантику оператора SELECT в NDL с помощью формализмов, привычных и понятных большинству специалистов в области баз данных.

При соблюдении введенных здесь прагматических ограничений ***М1 – М3*** язык NDL не является реляционно полным, поскольку декартово произведение в этом случае ограничено. Снятие этих ограничений является дискуссионным вопросом, но позволяет сделать NDL реляционно полным и даже более выразительным, чем стандарт SQL, поскольку в нем выразимо транзитивное замыкание.

Библиографический список

1. Ольховик О.В. N-модель данных / О.В. Ольховик, А.В. Белых // Изв. ЮФУ. Сер. Техн. науки. Тем. вып. «Интеллектуальные САПР». – 2009. – № 8.

2. Белых А.В. Декларативный язык для N-модели данных / А.В. Белых, С.М. Ковалев, О.В. Ольховик // Вестн. РГУПС. – 2009. – № 4.

3. Белых А.В. Визуально-декларативный язык для проектирования программного обеспечения информационных систем / А.В. Белых, С.М. Ковалев, О.В. Ольховик // Вестн. Донс. гос. техн. ун-та. – 2009. – № 4.

4. Date, C.J. Foundation for Future Database Systems: The Third Manifesto / C.J. Date, Hugh Darwen. – 2nd edition. – Addison-Wesley Pub Co, 2000.

5. ISO/IEC-9075-01:2008. Information technology – Database languages – SQL – Part 1: Framework (SQL/Framework): http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=45498 (дата обращения: 10.03.2011).

Материал поступил в редакцию 24.06.2011.

References

1. Ol`xovik O.V. N-model` danny`x / O.V. Ol`xovik, A.V. Bely`x // Izv. YUFU. Ser. Texn. nauki. Tem. vy`p. «Intellektual`ny`e SAPR». – 2009. – # 8. – In Russian.

2. Bely`x A.V. Deklarativny`j yazy`k dlya N-modeli danny`x / A.V. Bely`x, S.M. Kovalyov, O.V. Ol`xovik // Vestn. RGUPS. – 2009. – # 4. – In Russian.

3. Bely`x A.V. Vizual`no-deklarativny`j yazy`k dlya proektirovaniya programmnogo obespecheniya informacionny`x sistem / A.V. Bely`x, S.M. Kovalyov, O.V. Ol`xovik // Vestn. Dons. gos. texn. un-ta. – 2009. – # 4. – In Russian.

4. Date, C.J. Foundation for Future Database Systems: The Third Manifesto / C.J. Date, Hugh Darwen. – 2nd edition. – Addison-Wesley Pub Co, 2000.

5. ISO/IEC-9075-01:2008. Information technology – Database languages – SQL – Part 1: Framework (SQL/Framework): http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=45498 (date of access: 10.03.2011).

SELECT STATEMENT IN N-DECLARATIVE LANGUAGE

O.V. OLKHOVIK
(Don State Technical University)

Syntax and semantics of the SELECT statement in N-Declarative Language are described. It is shown that for each class in the sense of N-data model the relation containing the attribute values in this informative class can be built up, and the SELECT statement implements the relational algebra operations and other special operations on the subsets of this relationship.
Keywords: *Model-driven engineering, information systems, databases, query languages, SELECT statement.*

УДК 620.179.17-715.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИМПРЕГНИРОВАНИЯ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

В.Л. ГАПОНОВ, Д.М. КУЗНЕЦОВ, Е.С. ЧЕРУНОВА, О.О. БАРАННИКОВА
(Донской государственный технический университет)

Рассмотрена возможность использования метода акустической эмиссии для изучения процесса импрегнирования различных материалов жидкостью. Показано, что в процессе удаления газов из жидкости при пропитке твердых материалов идентифицируются несколько различных акустико-эмиссионных картин, что свидетельствует о сложности и многостадийности процесса импрегнирования. Полученные данные позволяют спрогнозировать сферу применения метода акустической эмиссии как неразрушающего способа контроля глубины и полноты пропитки.
Ключевые слова: *акустическая эмиссия, пропитка материалов, дегазация жидкости, неразрушающий метод контроля.*

Введение. В настоящее время одним из технологических процессов, получивших широкое распространение, является импрегнирование: пропитывание материала специальными растворами с предварительным вакуумированием. Этот процесс используется в различных сферах машиностроения (пропитка двигателей изоляционным лаком), в огнеупорной промышленности и металлургии (пропитка графитируемых электродов каменноугольным пеком), строительстве и транспорте (пропитка изделий из древесины).

В процессе импрегнирования жидкость (импрегнат) проникает в поры твердого тела, вытесняя газовую среду. В случае достаточно крупнопористого материала процесс вытеснения жидкостью газа может быть слышен даже в звуковом диапазоне. При применении высоковязких жидких сред и микропористого материала этот процесс уже находится за пределами звукового диапазона (20 Гц-20 кГц), но этот факт отнюдь не означает отсутствия явления индуцирования акустических сигналов.

При пропитке единичного капилляра и вытеснения микроскопического пузырька газа в жидкость происходит отрыв и схлопывание пузырька, т.е. процесс разрежения и уплотнение среды, а следовательно, образование волн напряжения. Возбуждаемая единичная акустическая волна имеет настолько слабую энергию, что вследствие процессов затухания в жидкой среде ее энергия практически не доходит до поверхности. Но если этот процесс имеет место в достаточно крупном образце с множеством пор, то в этом случае происходит усиление акустического сигнала, что следует из известных формул акустических расчетов, а следовательно, становится возможна регистрация акустических колебаний.

Экспериментально установлено, что при пропитке пористых материалов (минеральные образцы, древесина, ткани, металлические изделия сложной формы) индуцируются сигналы акустической эмиссии в частотном диапазоне 100-500 кГц. Физическая природа возникновения акустической эмиссии (АЭ) обычно связывается с микропроцессом деформирования и разрушения твердых материалов [1]. Согласно ГОСТ 27655-88, «акустическая эмиссия – излучение упругих волн, возникающее в процессе перестройки внутренней структуры твердых тел». Применительно к твердым материалам этот метод получил широкое распространение. В первую очередь в дефектоскопии, где целью АЭ контроля обычно является обнаружение, определение координат и слежение (мониторинг) за источниками акустической эмиссии, связанными с дефектами металла или сварных соединений, а также для оценки скорости развития дефекта в целях заблаговременного прекращения эксплуатации или испытаний и предотвращения разрушения изделия.

Именно поэтому сравнительно редко публикуются материалы, посвященные использованию этого метода для изучения процессов в жидкости [2], и в большинстве своем природа аку-

стической эмиссии в жидкости обычно связывается с генерацией акустических волн твердыми веществами, например, при процессах плавления или кристаллизации [3-5]. В то же время диагностика физико-химических процессов в жидкости также нуждается в разработке бесконтактного и исключительно информативного метода, каким является метод АЭ. Единственной достаточно широко распространенной сферой использования метода АЭ применительно к жидкости является АЭ утечки (регистрация АЭ сигналов при определении образования свищей, сквозных трещин, протечек в уплотнениях, заглушках, арматуре и фланцевых соединениях).

Целью данной работы являлось теоретическое и экспериментальное обоснование возможности расширения сферы АЭ применительно к процессу импрегнирования.

В первую очередь изучались физико-химические процессы в жидкости, сопровождающиеся образованием газовой фазы. В процессе образования газовой фазы в жидкости явления схлопывания газовых пузырьков вызывает волны напряжения. Распространение волн напряжения в материале – это и есть акустическая эмиссия. Следовательно, все процессы, так или иначе связанные с образованием газовой фазы в жидкости (кипение, импрегнирование, кавитация и т.д.), должны сопровождаться генерацией акустических сигналов.

Генерируемые в процессе импрегнирования сигналы АЭ имеют характерную динамику, которая в свою очередь определяется как реологией импрегната, так и пористой структурой импрегнируемого тела. Немаловажную роль играет также и смачиваемость материала и такие составляющие импрегнирования, как величина предварительного вакуумирования и давление при последующей пропитке. Поэтому всестороннее изучение этих взаимосвязей достаточно трудоемкая и длительная задача.

В качестве изучаемых параметров АЭ выбраны следующие [6] (рис.1).

Длительность электрического сигнала АЭ T_0, с – время нахождения огибающей электрического импульса АЭ над порогом ограничения. Диапазон изменения 10^{-4}-10^{-8} с.

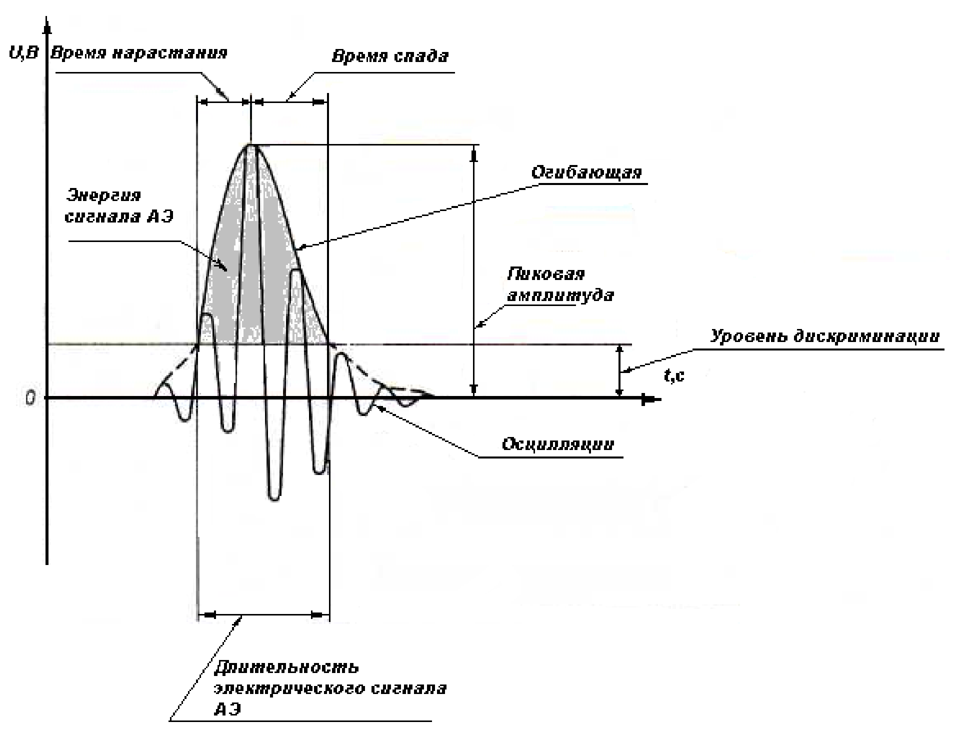


Рис.1. Основные регистрируемые параметры акустической эмиссии

Время нарастания $Дт_н$, с – промежуток времени между появлением огибающей импульса АЭ над порогом ограничения и достижением огибающей ее максимальной амплитуды.

Суммарный счет АЭ (*total emission*) N, имп. – число зарегистрированных превышений импульсами АЭ установленного уровня дискриминации (ограничения).

Выбросы АЭ, имп. – количество осцилляций, превышающих установленной уровень дискриминации в период нахождения огибающей электрического импульса АЭ над порогом ограничения.

Активность АЭ (acoustic emission count rate) N, имп./с – производная по времени суммарного счета АЭ. Диапазон изменения 0-10^{15}, имп./с.

Энергия электрического сигнала АЭ E_c, Дж – измеренная площадь под огибающей электрического сигнала АЭ. Диапазон изменения 10^{-9}-10^{-5} Дж.

Методика эксперимента. Изучение индуцируемых сигналов АЭ в процессе пропитки проводилось с применением акустико-эмиссионного комплекса A-Line 32. Комплекс A-Line 32 представляет собой многоканальную систему регистрации АЭ событий и позволяет проводить параллельно до 8 экспериментов. Частотный диапазон используемых пьезодатчиков составлял 100–500 кГц. Общий экспериментальный комплекс для исследования процесса импрегнирования разработан и запатентован [7] по принципу, представленному на рис. 2. Образец помещался в стеклянную емкость с исследуемой жидкостью. Форма емкости выбиралась таким образом, чтобы обеспечить усиление индуцируемого АЭ сигнала. Образец в процессе пропитки не соприкасался со стенками емкости, поэтому регистрируемые акустические сигналы не были паразитными и являлись результатом исключительно физико-химического процесса импрегнирования.

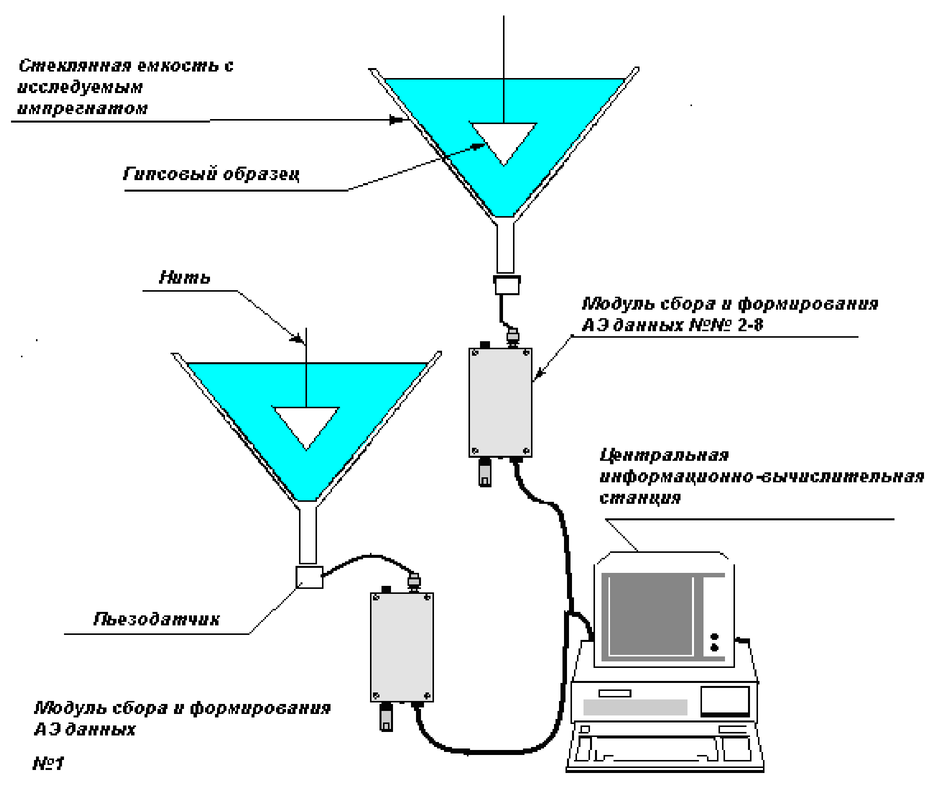


Рис.2. Схема проведения эксперимента по изучению сигналов АЭ при импрегнировании

Проведение эксперимента и анализ полученных результатов. С момента погружения импрегнируемого образца в жидкость зарегистрировано индуцирование акустических сигналов, причем их характеристики, в частности амплитуда, энергия и длительность, с самого начала свидетельствовали об интенсивности процесса (рис.3, 4). По мере пропитывания образца наблюдалась динамика изменения всех параметров АЭ. Так, зарегистрировано наличие двух пиков активности АЭ, причем максимальная активность АЭ зависит от вязкости жидкости. С ростом вязкости жидко-

сти величина активности снижается. На рис.3 представлены данные по изменению активности АЭ и суммарного счета сигналов в случае пропитки керамического образца трансформаторным маслом, а на рис.6 – в случае пропитки аналогичного образца водой. На рис.4 показана динамика выбросов АЭ.

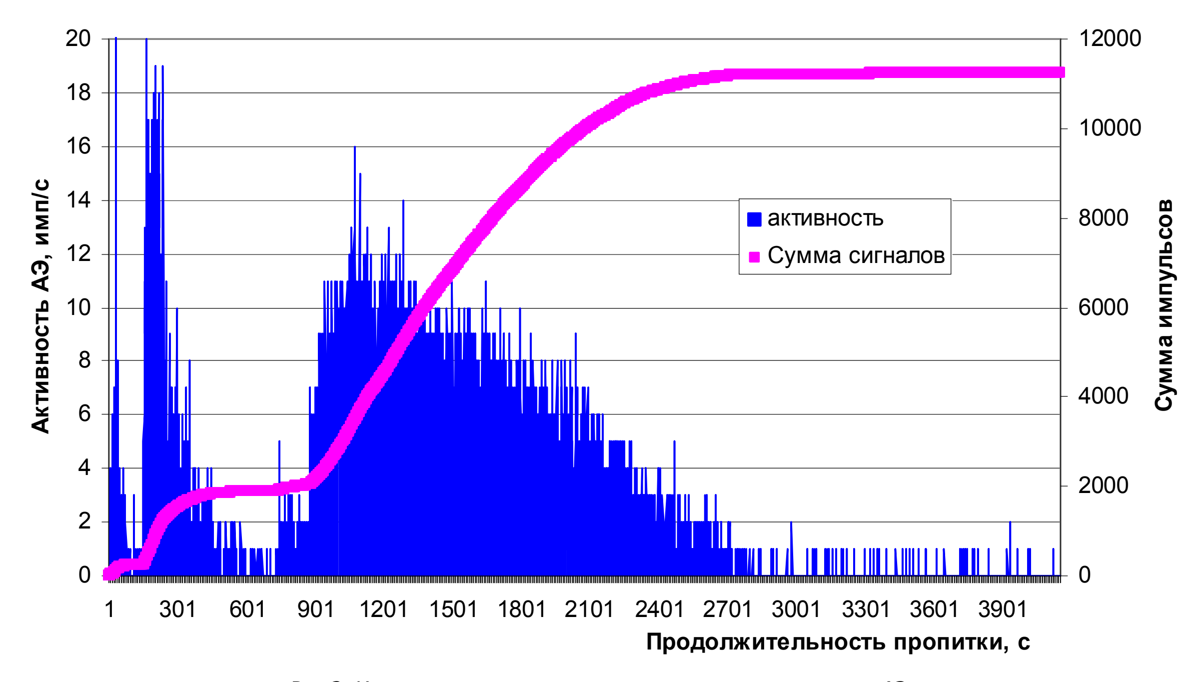


Рис.3. Изменение активности и суммарного счета сигналов АЭ
при пропитке керамического образца вязкой жидкостью

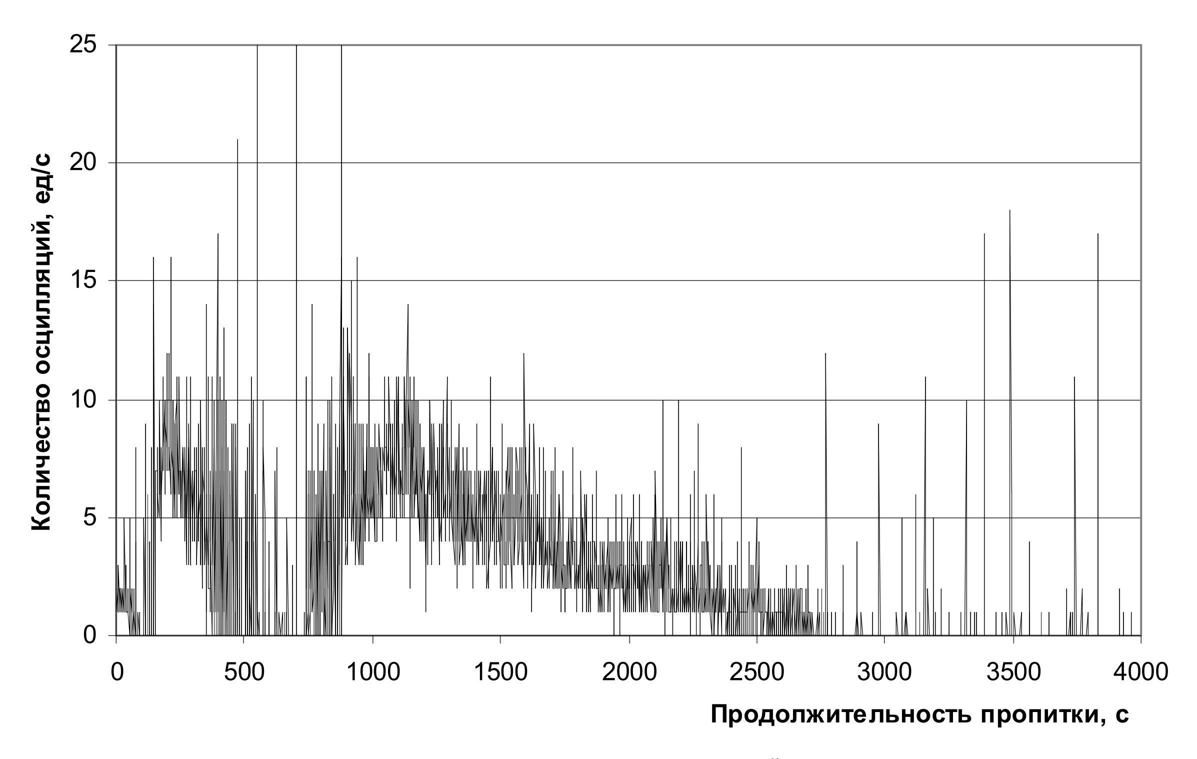


Рис.4. Изменение количества осцилляций АЭ
при пропитке керамического образца вязкой жидкостью

При пропитке керамического образца относительно вязкой (кинематическая вязкость при 20 °С – $15{,}5 \cdot 10^{-6}$ $м^2/с$) жидкостью достаточно четко выделяются несколько этапов.

Этап 1 (с начала процесса до 400 с) – непрерывная АЭ с четко выраженным максимумом активности АЭ в интервале от 180 до 220 с.

Этап 2 (с 400 до 600 с) – дискретная АЭ с постепенно снижающейся активностью сигналов АЭ и высоким уровнем амплитуды (выше 35 дБ).

Этап 3 (с 600 до 740 с) почти полное прекращение АЭ. Единичные импульсы характеризуются малой амплитудой и почти нулевым временем нарастания.

Этап 4 (с 740 до 900 с) – дискретная АЭ с высоким значением длительности импульсов АЭ.

Этап 5 (с 900 до 2400 с) – непрерывная АЭ с постепенно нарастающей активностью сигналов АЭ и максимумом на 1030–1090 с), а затем с ниспадающей активностью АЭ.

Этап 6 (с 2400 до 2800 с) – дискретная АЭ с постепенно падающей до нуля активностью АЭ и минимальным количеством осцилляций.

Этап 7 (с 2800 до 3600 с) – единичные сигналы АЭ с относительно большим количеством осцилляций.

Выявленная сложная динамика акустико-эмиссионной картины предполагает и такую же сложную динамику процесса импрегнирования. Поскольку феноменология этого процесса находится вне рамок данной работы, остановимся только на общих стадиях. Безусловно, этап 1 обусловлен вытеснением газа из приповерхностных слоев импрегнируемого материала, схлопыванием и образованием газовых пузырьков и, как следствие, индуцированием волн напряжения в жидкости (рис.5). Высокая активность АЭ в этот период связана с достаточно массовым образованием газовых пузырьков, что легко наблюдается и визуально.

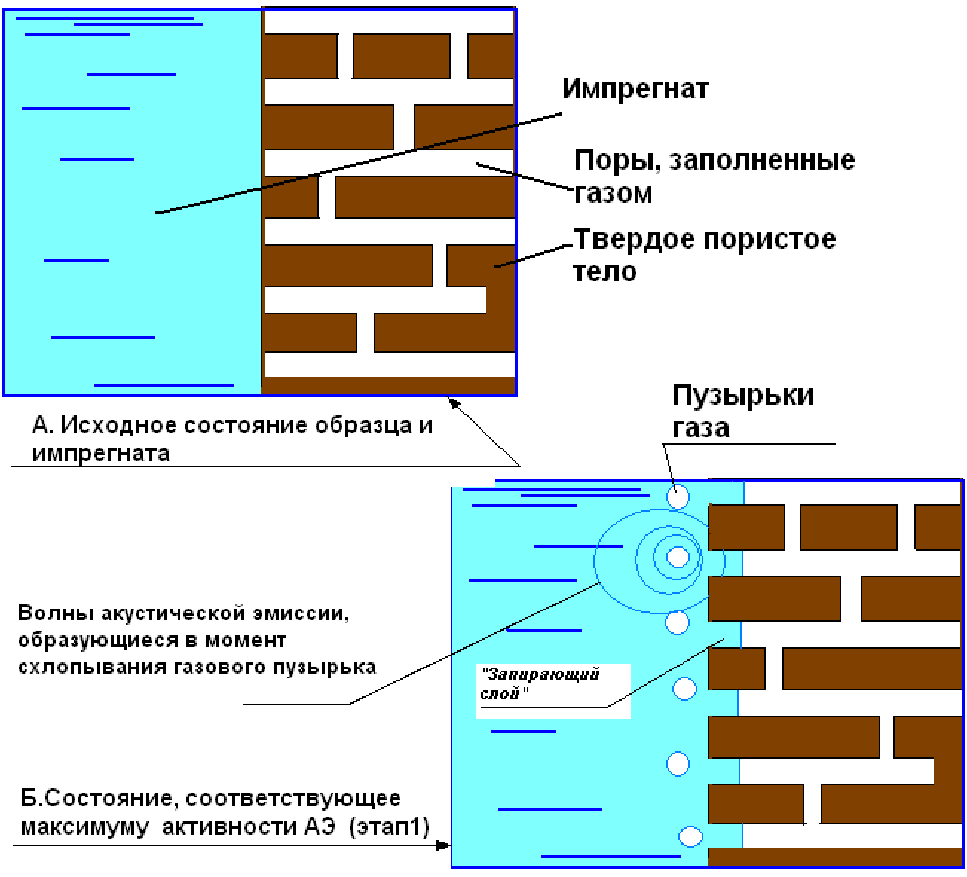


Рис.5. Образование «запирающего слоя» в приповерхностном слое пористого материала (этап 1)

Почти полное прекращение генерации акустических сигналов на 3 этапе связано с образованием запирающего слоя в приповерхностном слое импрегнируемого материала. Вытесняемый архимедовой силой газ должен пройти через узкий канал пор, уже заполненных вязкой жидкостью, – «запирающий слой». На это требуется время, поэтому этап 3 для маловязких жидкостей мал (для воды – несколько секунд, см. рис.6), но, тем не менее, он также имеет место. Проведенные опыты показали, что наличие 3-го этапа характерно для любых жидкостей. После того как вытесняемый из мелких пор газ преодолеет гидравлическое сопротивление жидкости, заполнившей поры, процесс импрегнирования существенно ускоряется. В этой связи следует высказать предположение, что даже в случае использования высоковязких жидкостей и микропористых материалов эффект импрегнирования все равно будет присутствовать. Различие будет наблюдаться лишь в продолжительности этапа 3, именно этот этап будет лимитирующим при пропитке.

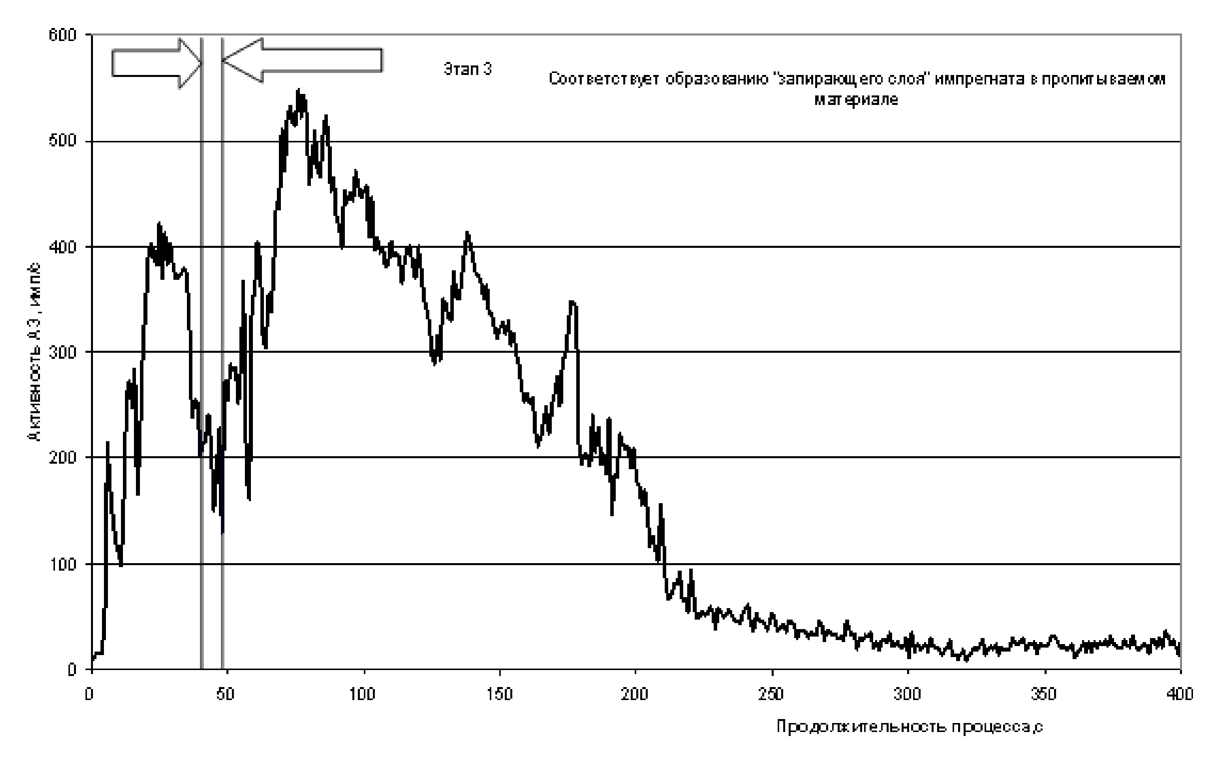


Рис.6. Изменение активности акустической эмиссии при пропитке керамического образца водой

Этап 5 так же, как и 1-й этап, может быть объяснен вытеснением газа из приповерхностных слоев импрегнируемого материала, схлопыванием и образованием газовых пузырьков и индуцированием волн напряжения в жидкости. Но в отличие от первого этапа количество каналов открытой пористости уже значительно меньше, и их количество по мере вытеснения газа жидкостью непрерывно уменьшается, что объясняет и меньшую активность АЭ и выраженную картину постепенного снижения активности АЭ.

Шестой этап можно характеризовать как завершающий в процессе импрегнирования. Тот факт, что вместо непрерывной АЭ наблюдается дискретная АЭ, свидетельствует уже не о множественности процесса образования газовых пузырьков, а об их единичном характере. По завершении шестого этапа суммарный счет сигналов АЭ становится неизменным, что можно использовать как параметр, характеризующий завершение процесса. В случае проведения дополнительных исследований по выявлению корреляционной связи «глубина пропитки – суммарный счет сигналов АЭ» появляется возможность дистанционного мониторинга процесса импрегнирования.

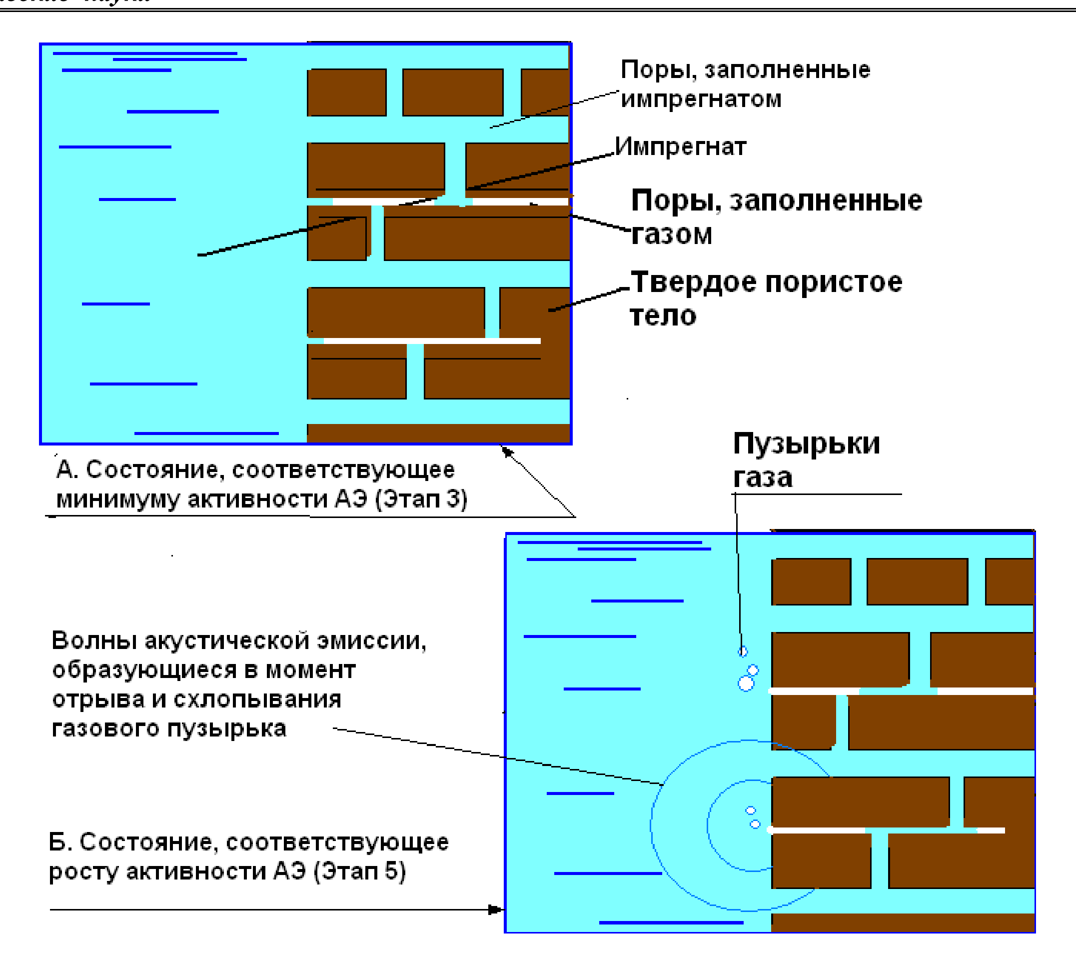


Рис.7. Прорыв «запирающего слоя» импрегната газом и испускание сигналов акустической эмиссии на пятом этапе

Приведенные выше данные показывают эффективность использования метода АЭ для анализа процессов импрегнирования. Полученная картина динамики сигналов АЭ определяется размерами и пористостью пропитываемого материала, вязкостью жидкости, а также углом смачивания. В любом случае образование газовой фазы в жидкости приводит к индуцированию сигналов АЭ. Исчезновение явления АЭ при пропитке свидетельствует о прекращении образовании газовой фазы, что, в свою очередь, означает завершение пропитки. Таким образом, метод акустической эмиссии может быть с успехом применен для неразрушающего контроля полноты и завершенности процесса. В настоящее время контроль глубины и качества пропитки зачастую является сложной задачей, в ряде случаев приходится применять разрушающие методы контроля.

В рассмотренном процессе импрегнирования газовые пузырьки образуются за счет архимедовой силы, но такие процессы могут иметь место и в других случаях. Например, повышение температуры снижает растворимость газа в жидкости, и это также приводит к выделению газовой фазы. На рис.8 и 9 приведены акустико-эмиссионные данные (активность АЭ и длительность сигнала), полученные при изучении нагревания разбавленного раствора угольной кислоты. Известно, что при нагревании раствора угольной кислоты последняя полностью распадается с выделением газообразного CO_2 и воды. Этот процесс достаточно легко идентифицируется по сигналам акустической эмиссии.

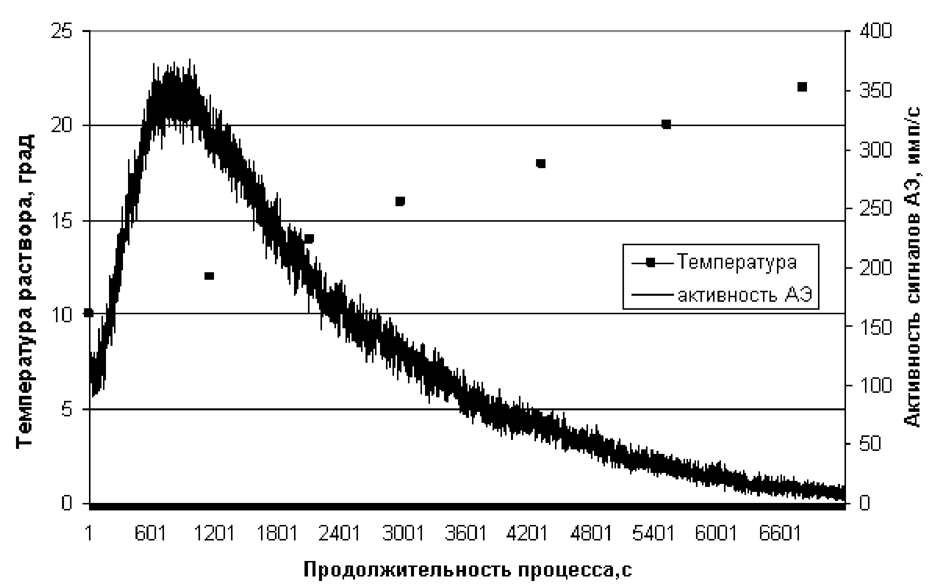


Рис.8. Изменение активности сигналов АЭ при нагревании раствора угольной кислоты

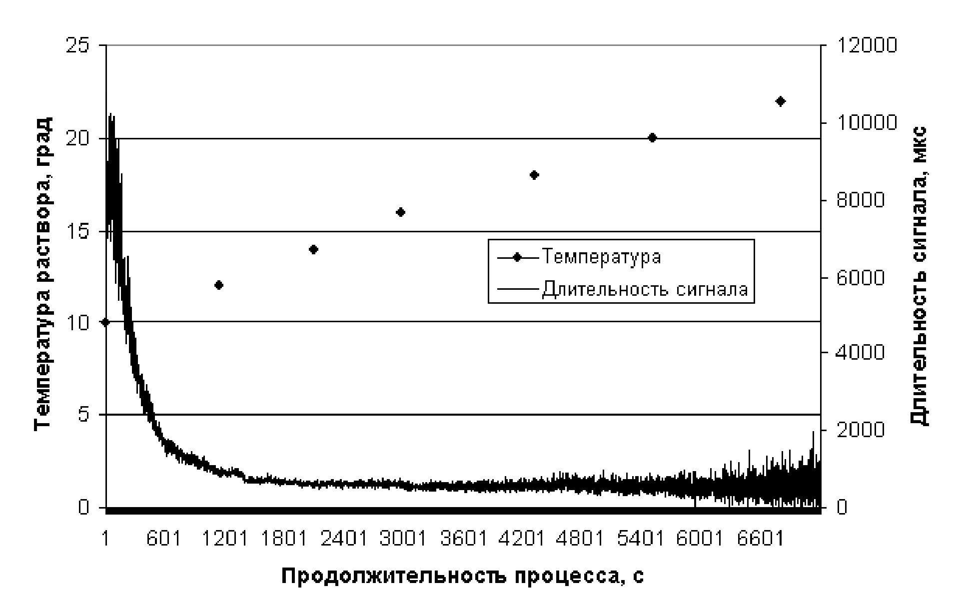


Рис.9. Изменение длительности сигналов АЭ при нагревании раствора угольной кислоты

В описанном выше случае, а также при выделении растворенных газов из жидкости образование акустических сигналов обусловлено не только разрушением газовых пузырьков на поверхности жидкости. Источником акустических колебаний в жидкости является любое колеблющееся тело, выведенное из устойчивого состояния какой-либо внешней силой. Движение пузырьков газа к поверхности вовлекает в колебательный процесс частицы жидкости, которые смещаются около своего положения равновесия, переходя в состояние периодического уплотнения и разряжения. Этот процесс в силу упругости среды распространяется последовательно на смежные частицы в виде волны. Ввиду малого размера таких пузырьков и наличию жесткой физической связи между длиной волны и размера источника колебаний движение таких пузырьков также приводит к генерации ультразвуковых волн, регистрируемых используемым пьезодатчиком.

Заключение. Проведенные эксперименты показали высокую информативность метода АЭ применительно к процессам дегазации жидкости. Выделение растворенных газов в жидкости или химический распад системы с образованием газовой фазы приводит к индуцированию акустических сигналов, прежде всего в ультразвуковом диапазоне частот.

Полученные данные позволяют спрогнозировать сферу применения метода АЭ не только для изучения процесса импрегнирования, но для разработки надежного и неразрушающего метода контроля глубины и полноты пропитки.

Библиографический список

1. Трипалин А.С. Акустическая эмиссия / А.С. Трипалин, С.И. Буйло. – Ростов н/Д: Изд-во Рост. гос. ун-та, 1986. – 160 с.
2. Кузнецов Д.М. Акустическая эмиссия в жидкости при физико-химических процессах дегазации [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.chemphys.edu.ru/pdf/2006-11-13-001.pdf.
3. Смирнов А.Н. Генерация акустических колебаний в химических реакциях и физико-химических процессах / А.Н. Смирнов // Рос. хим. журн. – 2001. – Т.45. – С.29-34.
4. Акустико-эмиссионная диагностика конструкций / А.Н. Серьезнов [и др.] / под ред. Л.Н. Степановой. – М.: Радио и связь, 2000. – 280 с.
5. Acoustic Emission Response of 18% Ni Maraging Steel Weldment with Inserted Cracks of Varying Depth to Thickness Ratio / T. Chelladuari [et al.] // Materials Evaluations. – 1995. – №6. – P.742-746.
6. Акустическая эмиссия в экспериментальном материаловедении / Н.А. Семашко [и др.] ; под общ. ред. Н.А. Семашко. – М.: Машиностроение, 2002. – 240 с.
7. Патент PU 2383016 C1, Российская Федерация, C01 №29/14. Способ контроля качества пропитки изделия / В.Л. Гапонов, Д.М. Кузнецов, Т.В. Моргунова, Е.С. Черунова. – №2008138518/28; заявл. 26.09.2008; опубл. 27.02.10. Бюл. №14..

Материал поступил в редакцию 18.05.2011.

References

1. Tripalin A.S. Akusticheskaya e`missiya / A.S. Tripalin, S.I. Bujlo. – Rostov n/D: Izd-vo Rost. gos. un-ta, 1986. – 160 s. – In Russian.
2. Kuzneczov D.M. Akusticheskaya e`missiya v zhidkosti pri fiziko-ximicheskix processax degazacii [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.chemphys.edu.ru/pdf/2006-11-13-001.pdf. – In Russian.
3. Smirnov A.N. Generaciya akusticheskix kolebanij v ximicheskix reakciyax i fiziko-ximicheskix processax / A.N. Smirnov // Ros. xim. zhurn. – 2001. – T.45. – S.29-34. – In Russian.
4. Akustiko-e`missionnaya diagnostika konstrukcij / A.N. Ser`eznov [i dr.] / pod red. L.N. Stepanovoj. – M.: Radio i svyaz`, 2000. – 280 s. – In Russian.
5. Acoustic Emission Response of 18% Ni Maraging Steel Weldment with Inserted Cracks of Varying Depth to Thickness Ratio / T. Chelladuari [et al.] // Materials Evaluations. – 1995. – #6. – P.742-746.
6. Akusticheskaya e`missiya v e`ksperimental`nom materialovedenii / N.A. Semashko [i dr.] ; pod obshh. red. N.A. Semashko. – M.: Mashinostroenie, 2002. – 240 s. – In Russian.
7. Patent RU 2383016 C1, Rossijskaya Federaciya, C01N29/14. Sposob kontrolya kachestva propitki izdeliya / V.L. Gaponov, D.M. Kuzneczov, T.V. Morgunova, E.S. Cherunova. – #2008138518/28; zayavl. 26.09.2008; opubl. 27.02.10. Byul. #14. – In Russian.

INVESTIGATING IMPREGNATION BY ACOUSTIC EMISSION METHOD

V.L. GAPONOV, D.M. KUZNETSOV, E.S. CHERUNOVA, O.O. BARANNIKOVA
(Don State Technical University)

The possibility of applying the acoustic emission method to studying the impregnation of various materials with liquid has been investigated. It is shown that in the process of liquid outgassing while impregnating hard materials, several different acoustic-emission patterns are identified. This indicates complexity and multistage character of the impregnation process. The data obtained permit to forecast the sphere of the AE method application as a nondestructive technique of depth and dip fullness control.

Keywords: *acoustic emission, impregnation of materials, liquid degassing, nondestructive control method.*

УДК 631.3.022

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ТОЛСТОСТЕБЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР НА МОЩНОСТЬ

А.К. ФОКЕЕВ
(Рубцовский индустриальный институт (филиал Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова)),
И.А. БУДАШОВ
(Рубцовский проектно-конструкторский технологический институт)

Приведена конструктивная схема ротационно-дискового измельчающего аппарата, предназначенного для измельчения толстостебельных культур. Предложены формулы для вычисления потребляемой энергии при подпорном и бесподпорном измельчении.
Ключевые слова: *мощность, измельчение, толстостебельные культуры, ножи.*

Введение. Анализ существующих ротационно-дисковых измельчителей и их элементов показал многообразие конструкций, обладающих большим количеством достоинств, но и рядом недостатков. Первый этап работы позволил определить, что ротационно-дисковый измельчитель должен быть:

– с шарнирно подвешенными ножами, способными при перегрузках отклоняться от радиального положения;

– с гребнеобразным ножом-рассекателем;

– с формой ножа, исключающей случайный выход материала из зоны резания и обеспечивающей затягивание стеблей в эту зону;

– с механизмом, ускоряющим возврат державки с ножом в рабочее положение.

Исследование дискового измельчающего аппарата. Аппарат (рис.1) состоит из диска 1, установленного на вертикальном валу 2. На корпусе установлены упругие буферы 3 и зафиксированы державки 4. Ножи 5 крепятся посредством прижатия их к державке 4 втулкой, имеющей конусообразный бурт. Пружина 6, соединяющая державки, ускоряет их возврат в рабочее положение. Под зоной действия ножей установлен гребнеобразный нож-рассекатель 7.

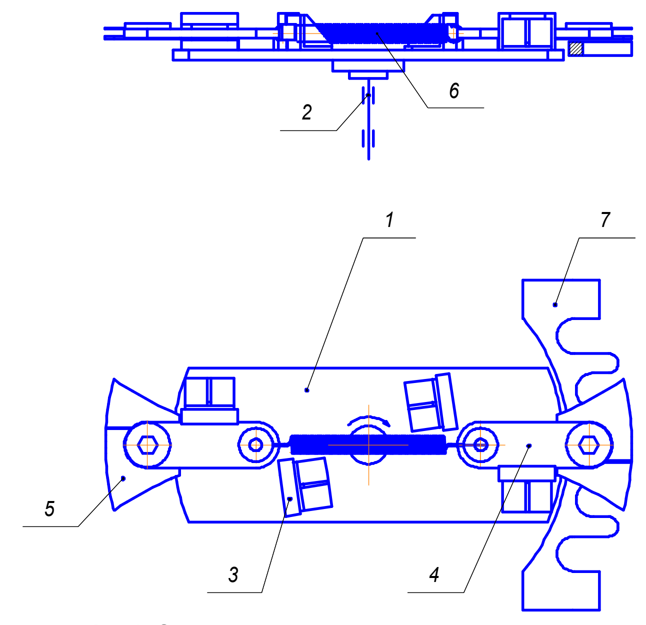


Рис.1. Схема дискового измельчающего аппарата

Затраты энергии, расходуемые измельчителем при работе, изучены недостаточно. Большинство исследований посвящено аппаратам барабанного типа. В связи с этим возникает задача изучения этих затрат для дискового измельчителя.

В процессе решения этой задачи нами были выведены формулы, отражающие зависимость потребляемой мощности резания от основных конструктивных и кинематических параметров измельчителя. Для более детального изучения процесса в аппарате использовали три вида ножей: с прямой формой лезвия, с криволинейной и с криволинейной формой, имеющей насечку.

Потребляемую мощность (Вт) бесподпорного резания для прямого и криволинейного лезвия вычисляют по формуле:

$$N_{рез} = \frac{1,(6) \cdot \delta \cdot s \cdot \sigma_p \cdot H^3 + 0,00078 f \cdot E \cdot \pi \cdot d^4 \cdot \cos\left[arctg\left(k \cdot tg\tau\right)\right] \cdot \cos^3\gamma \cdot K \cdot n \cdot \cos\alpha}{K \cdot n \cdot \cos\alpha \cdot H^3} \times$$
$$\times r \cdot \cos\tau \cdot \pi \cdot n\left(1 + k \cdot tg^2\tau\right),$$

где δ – толщина (острота) лезвия, м; s – подача, м/с; $\sigma_р$ – нормальные (контактные) разрушающие напряжения, возникающие в перерезаемом стебле, Н/м^2; H – высота резания, м; f – стрела прогиба стебля, м; E – модуль упругости стебля при растяжении, Н/м^2; d – диаметр стебля, м; k=0,325 – коэффициент пропорциональности [1]; τ – угол скольжения, град.; γ – угол отклонения от вертикали по направлению подачи, град.; K – число ножей; n – число оборотов диска с ножами в минуту; α – угол между кромкой лезвия ножа и направлением подачи стеблей при наиболее нагруженной позиции активной части лезвия, град.; r – радиус-вектор, равный расстоянию от оси вращения вала с ножами до точки приложения критической силы на стебле, м.

Потребляемую мощность (Вт) бесподпорного резания для лезвия с насечкой вычисляют по формуле:

$$N_{рез} = \frac{1,95 \cdot \delta \cdot s \cdot \sigma_p \cdot H^3 + 0,00078 f \cdot E \cdot \pi \cdot d^4 \cdot \cos\left[arctg\left(k \cdot tg\tau\right)\right] \cdot \cos^3\gamma \cdot K \cdot n \cdot \cos\alpha}{K \cdot n \cdot \cos\alpha \cdot H^3} \times$$
$$\times r \cdot \cos\tau \cdot \pi \cdot n\left(1 + k \cdot tg^2\tau\right).$$

Потребляемую мощность (Вт) подпорного резания для прямого и криволинейного лезвия, вычисляют по формуле:

$$N_{рез} = \frac{1600\delta \cdot s \cdot \sigma_p \cdot a(H + a) + \Theta \cdot E \cdot \pi \cdot d^4 \cdot \cos\left[arctg\left(k \cdot tg\tau\right)\right] \cdot \cos^2\gamma \cdot K \cdot n \cdot \cos\alpha}{480K \cdot n \cdot \cos\alpha \cdot a(H + a)} \times$$
$$\times r \cdot \cos\tau \cdot \pi \cdot n\left(1 + k \cdot tg^2\tau\right),$$

где a – зазор между подвижным и неподвижным ножом, м; Θ=0,001 – угол поворота стебля в плоскости среза, рад.

Потребляемую мощность (Вт) подпорного резания для лезвия с насечкой вычисляют по формуле:

$$N_{рез} = \frac{1872\delta \cdot s \cdot \sigma_p \cdot a(H + a) + \Theta \cdot E \cdot \pi \cdot d^4 \cdot \cos\left[arctg\left(k \cdot tg\tau\right)\right] \cdot \cos^2\gamma \cdot K \cdot n \cdot \cos\alpha}{480K \cdot n \cdot \cos\alpha \cdot a(H + a)} \times$$
$$\times r \cdot \cos\tau \cdot \pi \cdot n\left(1 + k \cdot tg^2\tau\right).$$

Целью нашего исследования является получение математического описания процесса измельчения лезвием, то есть получение зависимости между потребляемой мощностью процесса и принятыми независимыми факторами. В качестве математической модели процесса для подсолнечника и кукурузы может быть принята функция:

$$N_{рез} = f(Pr, s, L_л, n, \gamma),$$

для кустарниковой поросли клёна диаметром до 40 мм:

$$N_{рез} = f(Pr, s, L_л, n, \gamma, d).$$

Результаты выбора факторов для подсолнечника, кукурузы и области их исследования представлены в табл.1.

Таблица 1

Факторы, интервалы и уровни их варьирования в экспериментах по описанию области оптимума для подсолнечника и кукурузы

Факторы	Реальное обозначение факторов	Уровни реального значения факторов			Интервал варьирования факторов, ε	Коды факторов	Уровни кодированного значения факторов		
		нижний	основной	верхний			нижний	основной	верхний
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Принцип среза	Pr	подпорный	–	бесподпорный	–	x_1	–1	–	+1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Подача, м/с	s	0,4	0,6	0,8	0,2	x_2	–1	0	+1
Форма линии лезвия ножа	$L_л$	прямая	радиусная	с насечкой	–	x_3	–1	0	+1
Частота вращения диска, мин$^{-1}$	n	1200	1400	1500	200	x_4	–1	0	+0,5
Отклонение стебля от вертикали, град.	γ	0	14	28	14	x_5	–1	0	+1

Результаты выбора факторов для измельчения кустарников клёна и области их исследования представлены в табл.2.

Таблица 2

Факторы, интервалы и уровни их варьирования в экспериментах по описанию области оптимума для кустарниковой поросли клёна

Факторы	Реальное обозначение факторов	Уровни реального значения факторов			Интервал варьирования факторов, ε	Коды факторов	Уровни кодированного значения факторов		
		нижний	основной	верхний			нижний	основной	верхний
Принцип среза	Pr	подпорный	–	бесподпорный	–	x_1	–1	–	+1
Подача, м/с	s	0,4	0,6	0,8	0,2	x_2	–1	0	+1
Форма линии лезвия ножа	$L_л$	прямая	радиусная	с насечкой	–	x_3	–1	0	+1
Частота вращения диска, мин$^{-1}$	n	1200	1400	1500	200	x_4	–1	0	+0,5
Отклонение стебля от вертикали, град.	γ	0	14	28	14	x_5	–1	0	+1
Диаметр стебля, мм	d	20	30	40	10	x_6	–1	0	+1

Оптимизацию параметров ротационно-дискового измельчающего аппарата проводили методом планирования эксперимента. Для отыскания оптимального сочетания выделенных факторов, дающего минимальную величину потребляемой энергии, были проведены полные факторные эксперименты типа 2^5 – для стеблей подсолнечника и кукурузы и 2^6 – для кустарниковой поросли клёна.

Фактор x_6 принят только для кустарника клёна, так как стебли кукурузы диаметром 25 мм и стебли подсолнечника диаметром 23 мм приняты за эталон.

Количество повторностей измерений определяется следующими величинами: доверительная вероятность $\alpha = 0,95$; допустимая ошибка измерений, выраженная в долях среднеквадратического отклонения σ равна $\varepsilon = \pm 3\sigma$. В зависимости от выбранных значений количество повторностей опытов будет равно 3 [6].

Перед проведением основных опытов нужно убедиться, что опыты воспроизводимы. Для каждой серии параллельных опытов вычисляется среднее арифметическое значение функции отклика:

$$\bar{y}_u = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} y'_{iu}, \; (u = 1, 2, \ldots, N),$$

где m – число повторностей (число измерений).

Затем вычисляется оценка дисперсии для каждой серии параллельных опытов:

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{m-1}\sum_{i=1}^{m}(y'_{iu} - \bar{y}_u)^2 .$$

Дисперсионный анализ экспериментальных данных можно проводить при условии однородности дисперсии опытов. Так как число опытов в каждой строке плана одинаково, то для проверки гипотезы об однородности применен критерий Кохрена.

Для проверки воспроизводимости опытов найдём отношение наибольшей из дисперсий к сумме всех дисперсий [3]:

$$G_{оп} = \frac{\sigma_{i\max}^2}{\sum_{i=1}^{N}\sigma_i^2},$$

где $G_{оп}$ – расчётное значение критерия Кохрена.

Для нахождения табличного значения Кохрена G задаёмся доверительной вероятностью, с которой принимается гипотеза о воспроизводимости опытов P = 0,95 [7].

Табличное значение критерия Кохрена G для стеблей кукурузы и подсолнечника при N=32 и f=2 оказалось равным 0,18892, а для кустарниковой поросли клёна при N=41 и f=2 равным 0,2338 [3].

Основные результаты расчета воспроизводимости опытов приведены в табл.3.

Таблица 3

Проверка однородности дисперсий

Выходной параметр	$S_{y\max}^2$	$G_{оп}$	$G_{таб}$	Однородность дисперсии
Критерий оптимизации: y_1	0,04	0,0802	0,1889	да
y_2	0,04	0,0847	0,1889	да
y_3	0,04	0,0786	0,2338	да

Результаты проверки значимости коэффициентов регрессии с учётом дисперсий параметров сведены в табл.4.

Таблица 4

Расчёт доверительного интервала

Выходной параметр	S_{b_i}	$\pm\Delta b_i$
Критерий оптимизации: y_1	0,016	0,0314
y_2	0,015	0,0298
y_3	0,012	0,0243

Для проверки адекватности представления результатов эксперимента полиномом первой степени определяли расчётное значение критерия Фишера [2]. Результаты проверки адекватности моделей для всех параметров y_1, y_2 и y_3 приведены в табл.5.

Таблица 5

Проверка адекватности линейного приближения

Выходной параметр	S^2_{LF}	S^2_y	$F_{рас}$	$F_{таб}$	Подтверждение адекватности
Критерий оптимизации: y_1	0,0266	0,016	1,6618	1,7	нет
y_2	0,0231	0,015	1,5376	1,7	нет
y_3	0,0185	0,012	1,5407	1,56	нет

Адекватность линейной модели также проверялась по гипотезе о равенстве нулю (нуль-гипотезе) [3] суммы коэффициентов при квадратичных членах. Результаты адекватности с проверкой по критерию Стьюдента (t-критерию) показаны в табл.6.

Таблица 6

Проверка адекватности модели по нуль-гипотезе

Выходной параметр	$t_{рас}$	$t_{таб}$	Адекватность линейной модели
Критерий оптимизации: y_1	1,9989	2,001	да
y_2	1,9991	2,001	да
y_3	2,005	2,007	да

После проведения испытаний, обработки полученных данных и перехода от кодированных значений к натуральным нами получены следующие математические модели:

– *для подсолнечника*

$$N_{рез} = -8{,}853+0{,}888Pr+22{,}807s+0{,}397L_л+0{,}006655n-0{,}05385714\gamma+0{,}78\times Pr\times s-$$
$$-0{,}144Pr\times L_л-0{,}000625Pr\times n+0{,}28L_л\times s-0{,}01485s\times n+0{,}0425s\times\gamma-0{,}00019L_л\times n+0{,}00001357n\times\gamma;$$

– *для кукурузы*

$$N_{рез} = 0{,}638+0{,}755Pr+5{,}875s+0{,}224L_л-0{,}000135n-0{,}04828571\gamma+0{,}69\times Pr\times s-$$
$$-0{,}113\times Pr\times L_л-0{,}000545Pr\times n+0{,}19L_л\times s-0{,}0029s\times n+0{,}03571429s\times\gamma-$$
$$-0{,}00017L_л\times n+0{,}00001214n\times\gamma;$$

– *для кустарниковой поросли клёна*

$$N_{рез} = 64{,}079-27{,}752Pr-0{,}035s+3{,}037L_л-0{,}02288n-0{,}26221429\gamma-0{,}2064d-$$
$$-3{,}195\times Pr\times s-0{,}849Pr\times L_л+0{,}003575Pr\times n+0{,}05435714Pr\times\gamma+0{,}6332Pr\times d+2{,}49L_л\times$$
$$\times s-0{,}001775s\times n+0{,}04535714s\times\gamma+0{,}0465s\times d-0{,}003425L_л\times n+0{,}00764286L_л\times\gamma+$$
$$+0{,}0098L_л\times d+0{,}00001464n\times\gamma+0{,}000538n\times d+0{,}00557143\gamma\times d.$$

После отсеивания малозначащих факторов исследования по описанию поверхности отклика были продолжены методом крутого восхождения (методом Бокса – Уилсона). В соответствии с этим методом нужно определить фактор, наиболее сильно влияющий на критерий оптимизации: единичный шаг λ_c; расчет произведения коэффициентов регрессии b_i и интервала варьирования фактора ε_i. Шаг фактора λ_i вычисляют по формуле [4]:

$$\lambda_i = \frac{b_i \varepsilon_i}{b_c \varepsilon_c} \lambda_c,$$

где b_c, ε_c – соответственно коэффициент и интервал варьирования «сильного фактора».

Программу крутого восхождения проводим в два потока. Сначала делаем опыты для стеблей подсолнечника и кукурузы, так как алгоритм изменения коэффициентов регрессии у них тождественен, а затем для кустарниковой поросли клёна.

В соответствии с этим методом и соображениями, ранее изложенными, в качестве единичного шага для стеблей подсолнечника и кукурузы было выбрано изменение величины частоты вращения диска (фактор x_4) на 100 м/с. Проведённые ранее эксперименты показали, что принцип среза (фактор x_1) в данном случае нужно зафиксировать как подпорный. Величина единичного шага по другим факторам принималась пропорциональной величине принятого шага фактора x_4. Так как определялись параметры области оптимума, соответствующие минимальной величине потребляемой энергии, затрачиваемой на резание, то шаговый процесс движения осуществлялся со знаками, соответствующими знакам, замененными на обратные. Результаты крутого восхождения приведены в табл.7.

Таблица 7

Программа крутого восхождения по определению минимальной потребляемой энергии экспериментального измельчающего аппарата ротационно-дискового типа при резании стеблей подсолнечника и кукурузы

Обозначение	Подача, м/с	Форма линии лезвия ножа	Частота вращения диска, об/мин	Отклонение стебля от вертикали, град.	Критерии оптимизации, кВт	
	x_2	x_3	x_4	x_5	y_1	y_2
Верхний уровень (+1)	0,8	с насечкой	1500	28		
Основной уровень (0)	0,6	радиусная	1400	14		
Нижний уровень (–1)	0,4	прямая	1200	0		
Коэффициент регрессии b_i подсолнечника	+0,556	+0,131	–0,413	–0,131		
Коэффициент регрессии b_i кукурузы	+0,463	+0,1	–0,341	–0,138		
Интервал варьирования факторов ε	0,2	-	200	14		
Шаг, соответствующий изменению x_4 на 100 об/мин	+0,1	-	–100	–2,2 – для подсолнечника –2,8 – для кукурузы		
Округлённый шаг	+0,1	-	–100	–2		
Опыт по программе крутого восхождения:						
33	0,6	радиусная	1400	14	1,2	1,2
34	0,5	прямая	1500	16	1	1
35	0,4	прямая	1500	18	0,8	0,8
36	0,4	прямая	1500	20	0,8	0,8
37	0,4	прямая	1500	22	0,8	0,8
38	0,4	прямая	1500	24	0,8	0,8
39	0,4	прямая	1500	26	0,8	0,8
40	0,4	прямая	1500	28	0,8	0,8
41	0,4	прямая	1300	28	0,8	0,8
42	0,4	радиусная	1200	28	0,8	0,8

Фактор x_4 при реализации второго шага достиг величины, увеличение которой нецелесообразно по рекомендации работы [5], поэтому величина его была зафиксирована и в дальнейших опытах оставалась на оптимальном уровне, соответствующем 1500 об/мин. Фактор x_2 при реализации третьего шага достиг величины, уменьшение которой оказалось экономически нецелесообразным, поэтому величина его была зафиксирована и в дальнейших опытах оставалась на оптимальном уровне, соответствующем наименьшей подаче 0,4 м/с. При достижении восьмого шага фактор x_5 достиг оптимальной величины и был зафиксирован на величине 28°. На этом шаге было принято решение уменьшать частоту вращения диска, так как величина критерия оптимизации одного из проведённых ранее опытов методом планирования эксперимента при n=1200 мин$^{-1}$ меньше, чем на предыдущих шагах крутого восхождения. На десятом шаге фактор x_3 рассмотрен на основном уровне, так как здесь есть вероятность нахождения области оптимума.

Теперь рассмотрим крутое восхождение для кустарниковой поросли клёна. В качестве единичного шага для поросли клёна было выбрано изменение диаметра стебля (фактор x_6) на 5 мм. Проведённые ранее эксперименты показали, что принцип среза (фактор x_1) в данном случае нужно зафиксировать как бесподпорный. Величина единичного шага по другим факторам принималась пропорциональной величине принятого шага фактора x_6. Так как определялись параметры области оптимума, соответствующие минимальной величине потребляемой энергии, затрачиваемой на резание, то шаговый процесс движения осуществлялся со знаками, соответствующими знакам, замененными на обратные. Результаты крутого восхождения приведены в табл.8.

Таблица 8

Программа крутого восхождения по определению минимальной потребляемой энергии экспериментального измельчающего аппарата ротационно-дискового типа при резании кустарниковой поросли клёна

Обозначение	Подача, м/с	Форма линии лезвия ножа	Частота вращения диска, об/мин	Отклонение стебля от вертикали, град.	Диаметр стебля, мм	Критерий оптимизации, кВт
	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y_3
Верхний уровень	0,8	с насечкой	1500	28	40	
Основной уровень (0)	0,6	радиусная	1400	14	30	
Нижний уровень (–1)	0,4	прямая	1200	0	20	
Коэффициент регрессии b_i	–0,098	+0,137	–1,52	–0,063	–6,527	
Интервал варьирования факторов, ε	0,2	–	200	14	10	
Шаг, соответствующий изменению x_6 на 5 мм	–0,001	–	–23,3	–0,07	–5	
Округлённый шаг	–0,1	–	–100	–2	–5	
Опыт по программе крутого восхождения:						
65	0,6	радиусная	1400	14	30	2,8
66	0,7	прямая	1500	16	30	2,8
67	0,8	прямая	1500	18	30	3,2
68	0,8	прямая	1500	20	30	3
69	0,8	прямая	1500	22	30	3
70	0,5	прямая	1300	24	30	2,6
71	0,4	прямая	1200	26	30	2,2
72	0,4	прямая	1200	28	30	2,2
73	0,4	радиусная	1200	28	30	2,2
74	0,4	прямая	1200	28	35	2,2
75	0,4	прямая	1200	28	40	2,8
76	0,4	прямая	1200	28	25	1,8

При реализации крутого восхождения с первого по девятый шаг фактор x_6 было решено оставить на основном уровне, так как интерес вызывает не только оптимизация потребляемой энергии в интервале диаметров, но и для каждого диаметра в отдельности тоже. На шестом шаге значения факторов x_2 и x_4 было решено заменить с возрастающих на убывающие, так как отклик одного из проведённых ранее опытов методом планирования эксперимента при x_2=0,4 м/с и x_4=1200 мин$^{-1}$ меньше, чем на предыдущих шагах крутого восхождения. На девятом шаге фактор x_3 рассмотрен на основном уровне, так как здесь так же, как и в опытах со стеблями подсолнечника и кукурузы, есть вероятность нахождения области оптимума. На последующих шагах проводились опыты для отыскания оптимума для каждого диаметра с кратностью 5 мм.

Выявлено, что на мощность, затрачиваемую на измельчение резанием подсолнечника и кукурузы при заданных интервалах факторов, основное влияние оказывает подача (рис.2 и 3).

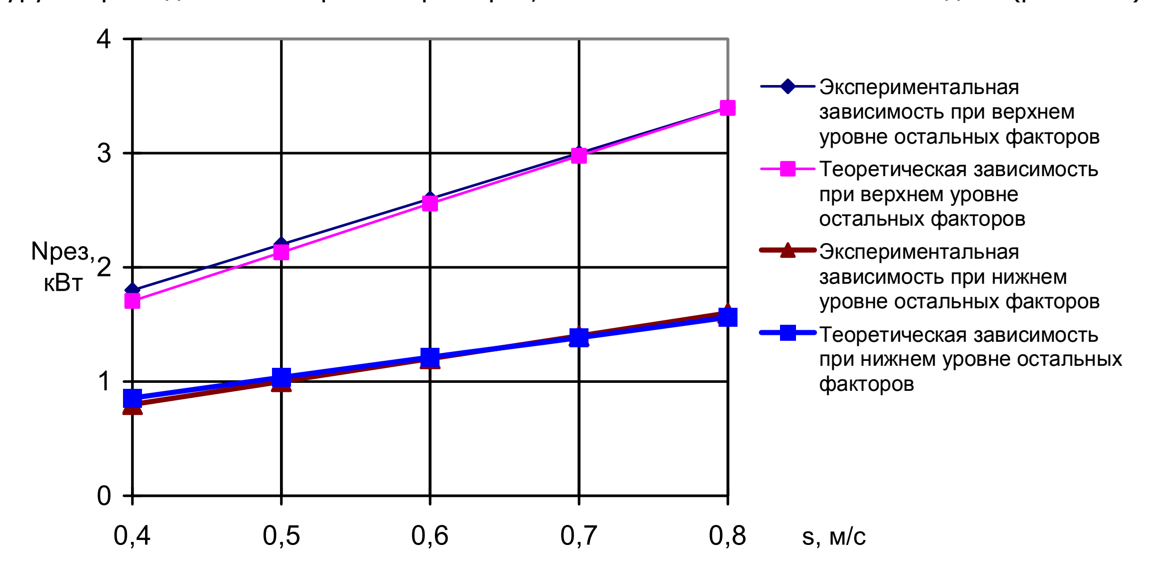


Рис.2. Зависимость потребляемой мощности на резание подсолнечника от подачи режущего аппарата

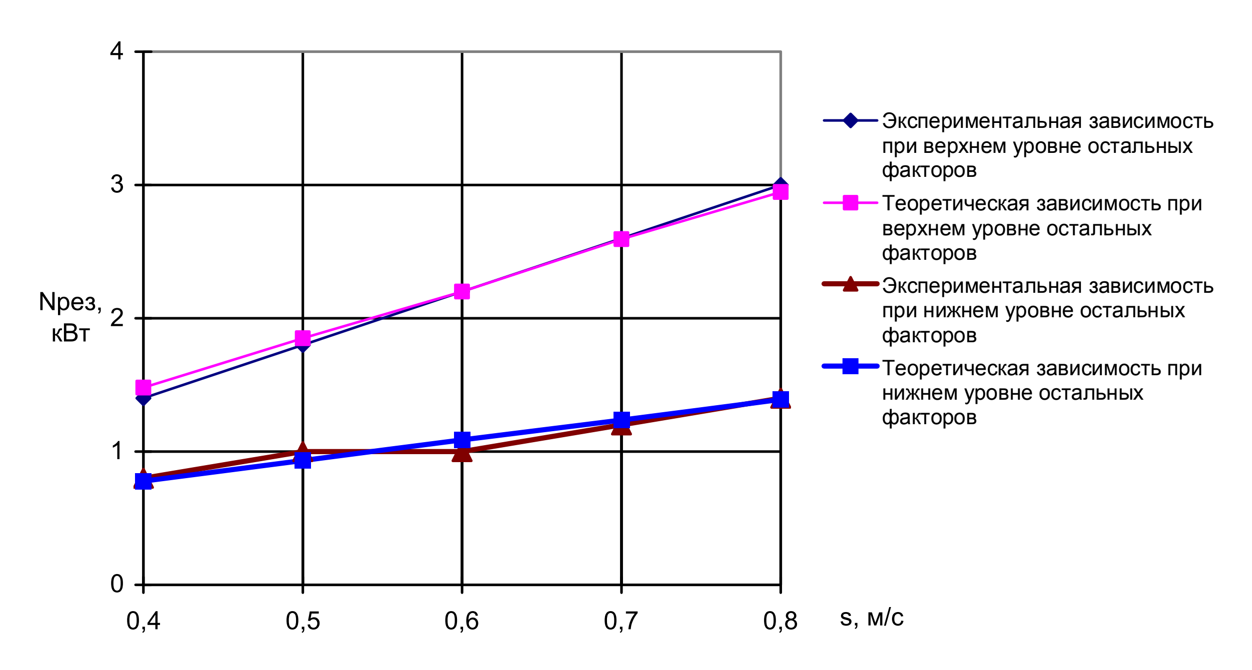


Рис.3. Зависимость потребляемой мощности на резание кукурузы от подачи режущего аппарата

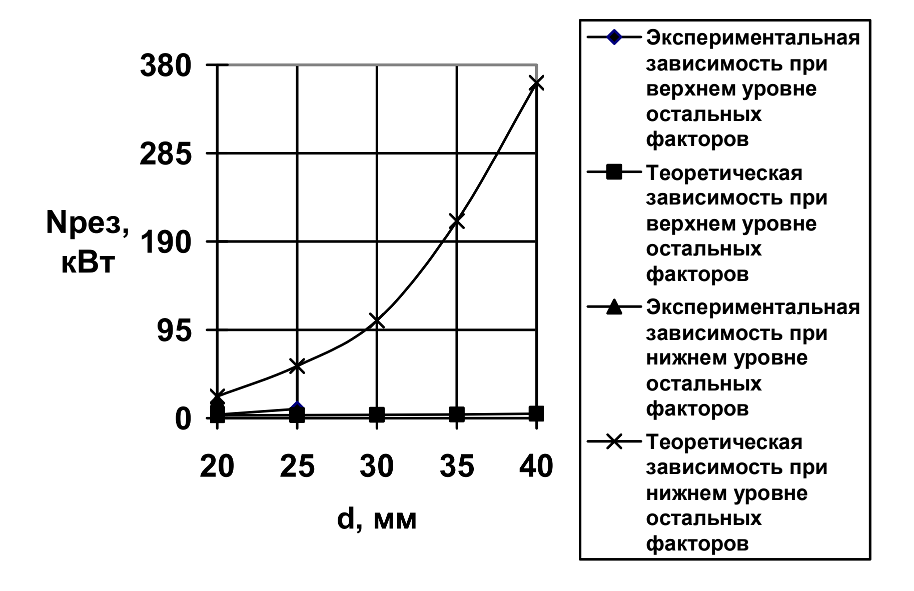


Рис. 4. Зависимость потребляемой мощности на резание кустарниковой поросли клёна от диаметра стебля

Мощность, затрачиваемая на измельчение резанием клёна, главным образом зависит от диаметра стеблей (рис.4). Опыты показали, что измельчение при данной зависимости $N_{рез}=f(d)$ на верхних уровнях остальных факторов произошло только при диаметрах 20 и 25 мм, а на нижних только при диаметре 20 мм, при больших диаметрах измельчитель не смог перерезать стебли.

Выводы. Определены рациональные параметры ротационно-дискового измельчителя толстостебельных культур:

- для подсолнечника и кукурузы (минимальная мощность 0,8 кВт): принцип среза подпорный, подача 0,4 м/с, форма лезвия ножа прямая, частота вращения диска 1200 мин$^{-1}$, отклонение стебля от вертикали 28°;
- для клёна (минимальная мощность 1,6 кВт): принцип среза бесподпорный, подача 0,4 м/с, форма лезвия ножа прямая, частота вращения диска 1200 мин$^{-1}$, отклонение стебля от вертикали 28°, диаметр стебля 20 мм.

С уменьшением подачи, частоты вращения диска, диаметра стеблей и с увеличением отклонения стебля от вертикали расход мощности снижается. Минимальная мощность измельчения получена при прямой форме лезвия ножей, максимальная – при лезвиях с насечкой. Затраты мощности, расходуемые на измельчение рассматриваемых культур, отражаются в следующей последовательности в сторону увеличения: кукуруза, подсолнечник, клён.

Библиографический список

1. Алёшкин В.Р. Механизация животноводства / В.Р. Алёшкин, П.М. Рощин. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.

2. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников. – Л.: Колос, 1978. – 560 с.

3. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алёшкин, П.М. Рощин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.

4. Иванцов В.И. Методика экспериментальных исследований и испытаний сельхозмашин: учеб. пособие / В.И. Иванцов / РИСХМ. – Ростов н/Д, 1987. – 83 с.

5. Проценко Г.И. Расчёт измельчающих аппаратов: текст лекций / Г.И. Проценко / РИСХМ. – Ростов н/Д, 1987. – 57 с.

6. Веденяпин Г.В.Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г.В. Веденяпин, 1973. – 199 с.

7. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976.

Материал поступил в редакцию 15.06.2011.

References

1. Alyoshkin V.R. Mexanizaciya zhivotnovodstva / V.R. Alyoshkin, P.M. Roshhin. – M.: Agropromizdat, 1985. – 336 s. – In Russian.

2. Mel`nikov S.V. Mexanizaciya i avtomatizaciya zhivotnovodcheskix ferm / S.V. Mel`nikov. – L.: Kolos, 1978. – 560 s. – In Russian.

3. Mel`nikov S.V. Planirovanie e`ksperimenta v issledovaniyax sel`skoxozyajstvenny`x processov / S.V. Mel`nikov, V.R. Alyoshkin, P.M. Roshhin. – 2-e izd., pererab. i dop. – L.: Kolos, 1980. – 168 s. – In Russian.

4. Ivanczov V.I. Metodika e`ksperimental`ny`x issledovanij i ispy`tanij sel`xozmashin: ucheb. posobie / V.I. Ivanczov / RISXM. – Rostov n/D, 1987. – 83 s. – In Russian.

5. Procenko G.I. Raschyot izmel`chayushhix apparatov: tekst lekcij / G.I. Procenko / RISXM. – Rostov n/D, 1987. – 57 s. – In Russian.

6. Vedenyapin G.V. Obshhaya metodika e`ksperimental`nogo issledovaniya i obrabotki opy`tny`x danny`x / G.V. Vedenyapin, 1973. – 199 s. – In Russian.

7. Adler Yu.P. Planirovanie e`ksperimenta pri poiske optimal`ny`x uslovij / Yu.P. Adler, E.V. Markova, Yu.V. Granovskij. – M.: Nauka, 1976. – In Russian.

INFLUENCE OF CRITICAL PARAMETRES OF THICK-STALK CROP CHOPPER ON POWER

A.K. FOKEYEV
(Rubtsovsk Industrial Institute, branch of I.I. Polzunov Altay State Technical University)
I.A. BUDASHOV
(Rubtsovsk Design-and-Engineering Institute of Technology)

The constructive circuit design of the rotational disk shredder designed to chop thick-stalk crops is presented. Some computational formulas for power consumption in fixed and free shredding are offered.
***Keywords**: power, crushing, thick-stalk crops, knives.*

УДК 004.94

ИНСТРУМЕНТАРИЙ ИНТЕГРАЦИИ ВИЗУАЛЬНОГО И ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Г. Н. ХУБАЕВ, С. М. ЩЕРБАКОВ, Ю. А. РВАНЦОВ
(Ростовский государственный экономический университет)

Рассматрена информационная система, реализующая принцип интеграции визуального и имитационного моделирования.
Ключевые слова: *деловой процесс, имитационное моделирование, информационная система, модель, функция.*

Введение. Программная система синтеза имитационных моделей на основе языка UML (СИМ-UML) [1] предназначена для анализа и моделирования деловых процессов организации. Особенностями системы являются: использование языка UML для визуального представления деловых процессов; интеграция визуального и имитационного моделирования; автоматизированное формирование имитационной модели на основе диаграмм языка UML.

Предлагается единый инструментарий качественного и количественного анализа и моделирования деловых процессов. Отразив деловые процессы в виде визуальной UML-модели, исследователь может задать их количественные параметры и провести имитационное моделирование. Имитационная модель позволяет, во-первых, получать точную текущую картину затрат трудовых и иных ресурсов на исполнение деловых процессов, во-вторых, проводить анализ чувствительности для изучения воздействия различных факторов, в-третьих, планировать и проводить имитационный эксперимент для оптимизации параметров исполнения деловых процессов [2].

Изменив структуру деловых процессов в UML-модели (получив модель «TO BE» [3]), исследователь может вновь провести имитационное моделирование и получить количественную оценку предложенных преобразований, например, с точки зрения затрат трудовых и материальных ресурсов.

Очевидно еще одно преимущество использования системы СИМ-UML – возможность сократить затраты труда на построение имитационной модели за счет автоматизации формирования ее программного кода.

Описание системы имитационного моделирования СИМ-UML. Выбор универсального языка моделирования UML как средства визуального представления деловых процессов обусловлен следующими его преимуществами по сравнению с альтернативными вариантами (семейство стандартов IDEF, нотация BPMN или специально разработанная нотация):

– гибкостью и универсальностью. Средства языка можно использовать для решения задач анализа, моделирования и проектирования в различных предметных областях;

– наличием представлений и визуальных средств, позволяющих рассматривать моделируемую систему с разных сторон (в том числе ее структурных и динамических аспектов); на разном уровне детализации; на разных этапах анализа, проектирования и разработки;

– ролью языка UML как общепризнанного стандарта проектирования и разработки программного обеспечения;

– возможностью расширения, что позволяет адаптировать средства языка для эффективного решения задач моделирования в конкретной области;

– объектно-ориентированными принципами языка, соответствующими специфике имитационного моделирования.

Интеграция визуального и имитационного моделирования на основе языка UML предполагает, что:

1) с помощью выбранного подмножества диаграмм языка UML и их элементов специфицируются структурные и поведенческие аспекты моделируемой системы;

2) количественные компоненты (переменные имитационной модели) описывают частотные, временные и вероятностные параметры системы с учетом их случайного характера;

3) диаграммы, элементы диаграмм и количественные компоненты связываются между собой в соответствии с принятой метамоделью;

4) такая взаимосвязанная совокупность визуальных и количественных компонентов служит основой для проведения имитационного моделирования.

Реализация концепции интеграции визуального и имитационного моделирования требует формирования конкретной совокупности визуальных и количественных компонентов, используемых для моделирования: метамодели интеграции визуального и имитационного моделирования. Метамодель определяет: состав используемых диаграмм языка UML и их элементов, способы их связи между собой; виды переменных; способы интеграции количественных и качественных компонентов модели; назначение компонентов модели для представления различных аспектов деловых процессов. Метамодель может развиваться путем включения новых UML-диаграмм и количественных компонентов модели.

На рис.1 представлено множество включенных компонентов метамодели в формате ER-диаграммы, а также показан состав компонентов, их важнейшие атрибуты и взаимосвязи.

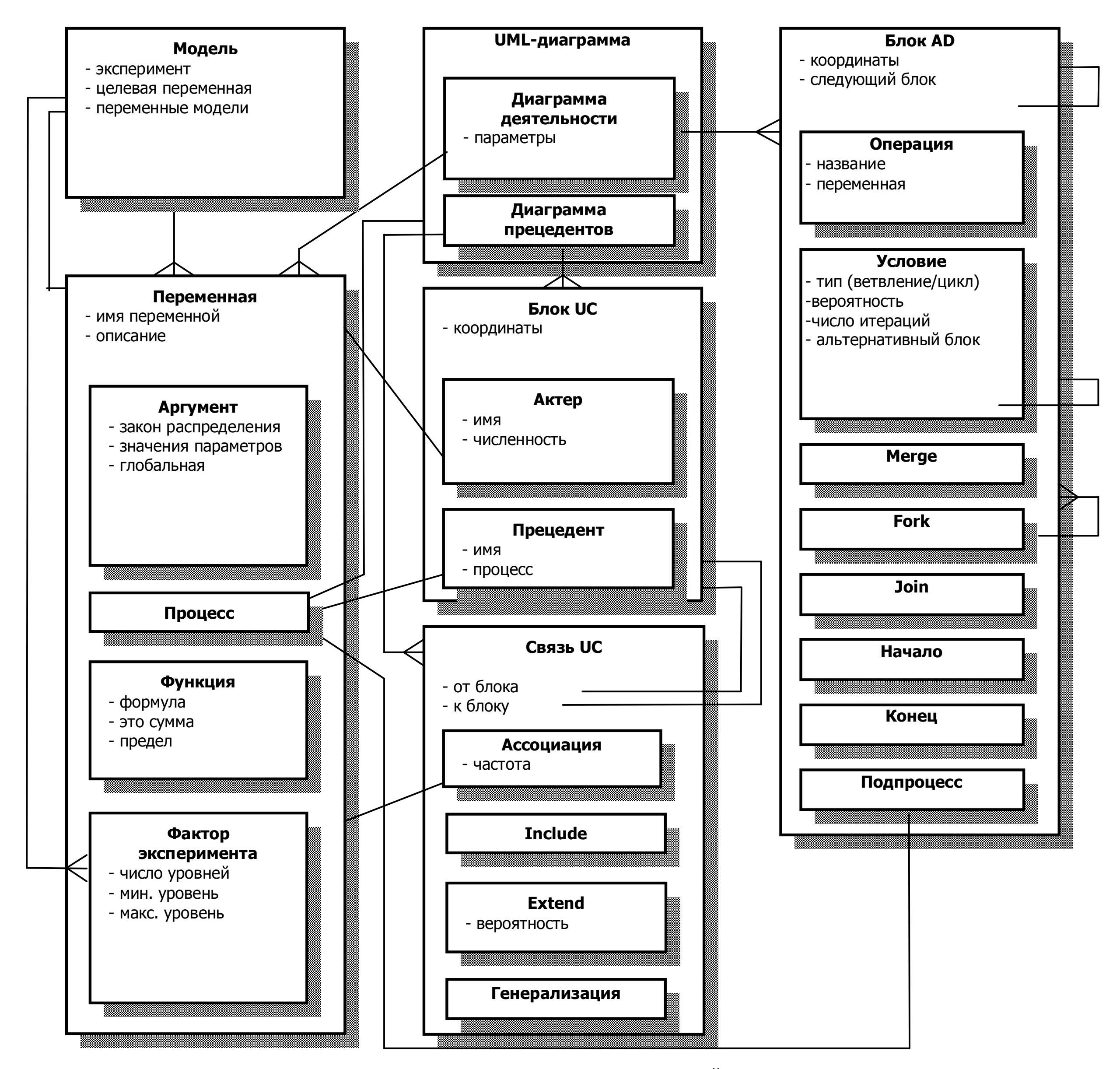


Рис.1. Основные компоненты имитационной модели

Диаграмма прецедентов языка UML представляет моделируемое подмножество деловых процессов в целом. Актерам и ассоциативным связям диаграммы ставятся в соответствие количественные компоненты, позволяющие описать характеристики входящих потоков обращений к системе. Прецеденты диаграммы связываются с конкретными деловыми процессами: обращение к прецеденту инициирует начало исполнения делового процесса.

Диаграмма деятельности описывает отдельный деловой процесс, задавая последовательность его операций, исполнителей, альтернативные и параллельные ветви исполнения процесса. Блоку операции диаграммы деятельности ставится в соответствие переменная, позволяющая задать некоторую количественную характеристику для данной операции, например, затраты труда на ее исполнение.

Диаграммы языка UML связаны с переменными особого вида («Процесс»), которые дают возможность отразить количественную сторону диаграммы. После обращения к диаграмме в ходе моделирования соответствующая переменная-процесс получает числовое значение, которое может интерпретироваться как затраты (материальные или трудовые) на исполнение делового процесса (для диаграммы деятельности) или совокупности деловых процессов (для диаграммы прецедентов).

Использование совокупности визуальных и количественных компонентов для имитационного моделирования может быть обеспечено двумя способами: путем непосредственного имитационного моделирования или путем автоматизированного синтеза имитационной модели. Для разработки системы СИМ-UML выбран второй подход, который отличается большей гибкостью и прост в реализации.

Перечислим особенности метода автоматизированного синтеза имитационных моделей [4]:

1. На основе взаимосвязанных диаграмм языка UML и количественных компонентов (переменных модели) производится формирование программного кода имитационной модели.

2. Каждому компоненту модели соответствует сгенерированный фрагмент программного кода. Каждый такой фрагмент зависит от вида компонента, от его атрибутов и связей с другими компонентами. Дальнейшее построение программного кода предполагает его сборку из сгенерированных фрагментов.

3. Отображение компонентов имитационной модели производится в виде синтаксических единиц программного кода. Так, диаграммам языка UML соответствуют функции (подпрограммы), а переменным моделям – переменные в программном коде на языке реализации модели. Зависимости между компонентами отражаются в виде вызовов функций и в виде операторов в синтаксисе выбранного языка программирования.

4. Структура диаграмм UML и взаимосвязи компонентов служат основой структуры программного кода имитационной модели. Например, диаграмма деятельности определяет последовательность и состав команд в соответствующей функции, представляющей деловой процесс. Реализован прямой перенос логики диаграммы, обеспечивающий существенное упрощение генерации кода.

5. Используется рекурсивное построение программного кода имитационной модели, начиная с некоторой целевой переменной (которая, таким образом, представляет выходной параметр модели).

Особенности метода позволяют широко использовать возможности языка UML по описанию динамики деловых процессов. Преимуществом рассмотренного подхода является гибкость: возможность изменять содержимое каждого фрагмента кода, не затрагивая основных принципов метода и алгоритмов его реализации, т.е. имеется возможность расширения функциональных возможностей формируемых имитационных моделей.

На рис.2 представлены примеры компонентов модели и соответствующие участки программного кода имитационной модели.

Модель	Код	Модель	Код
Переменные модели: x,y,z	Var x:real; y:real; z:real;		X:=gen3(1,5); Y:=gen2(10,3); Z:=X*Y; H:=gen5(0.3); L:=H+Z;
	function _uc4:real; begin … end; function _uc1:real; begin _uc1:=bp1; if random < 0.3 then _uc1:=_uc1+_uc4; _uc1:=_uc1+_uc3; end;	$S = \sum_{i=1}^{n} T_i$	N:=gen3(10,20); S:=0; for _i1:=1 to round(N) do begin T:=gen5(1.5); S:=S+T; end;
	function bp2:real; label L4; var _s:real; begin _s:=0; _s:=_s+gen1(1,3); if random<0.05 then begin _s:=_s+gen6(1,0.3); goto L4; end; _s:=_s+gen1(2,5); L4: _s:=_s+gen1(1,2); bp2:=_s; end;		{uml} function bp3:real; var _s:real; _iL5:integer; n :real; begin _s:=0; _s:=_s+gen1(2,4); n:=gen12(3,5,10); for _iL5:=1 to round(n) do begin _s:=_s+gen1(1,3); _s:=_s+gen1(2,5); end; bp3:=_s; end;
		function ucd_ucc:real; var _s:real;_nI:real;iI:integer; function _actor0:real; var _nII:real; _iII:integer; _sII:real; begin _sII:=0; _nII:=gen1(5,10); for _iII:=1 to round(_nII) do _sII:=_sII+_uc1; _nII:=gen1(10,15); for _iII:=1 to round(_nII) do _sII:=_sII+_uc2; _actor0:=_sII; end; begin _s:=0; _nI:=gen1(10,20); for _iI:=1 to round(_nI) do _s:=_s+_actor0; ucd_ucc:=_s; end;	

Рис.2. Формирование программного кода по компонентам модели
(используется синтаксис языка Pascal)

Кратко рассмотрим основные функции системы и процесс работы с ней. Совокупность функций системы СИМ-UML можно условно разделить на несколько групп в соответствии с направлениями использования системы имитационного моделирования.

Первая группа функций «Построение количественных компонентов модели» включает функции: построение перечня переменных модели; моделирование случайной суммы случайных величин (например, для определения затрат труда на исполнение операции за период времени); моделирование переменных, заданных таблично (дискретный или непрерывный эмпирический закон распределения); поддержка модельного времени и расчет интегральных значений по периоду моделирования (эти средства позволяют, например, оценивать NPV инвестиционного проекта); экспорт модели в MS Word для документирования.

Группа функций «Графическое конструирование UML-диаграмм» содержит функции: создание UML-диаграмм (встроенный графический конструктор системы позволяет построить диаграммы, связать их между собой и определить количественные параметры деловых процессов, представленных на диаграммах); поддержка дорожек, позволяющих определить исполнителей операций делового процесса и отследить затраты труда по исполнителям; моделирование параллельных ветвей исполнения процесса; моделирование вложенных процессов (блок подпроцесса позволяет моделировать вызов дочернего процесса при исполнении родительского процесса); моделирование параметров процессов (предусмотрена возможность определения случайных количественных параметров делового процесса в виде переменных. Такие параметры могут оказывать влияние на исполнение делового процесса, представляя в модели характеристики конкретного исполнения делового процесса, например, объем поставки товара. Параметры могут влиять на время исполнения операций, на число итераций цикла и т.д.); проверка корректности диаграмм (проверяется соответствие построенной диаграммы правилам языка UML и корректность процесса с содержательной точки зрения. В частности, рассматривается допустимость построенных параллельных и альтернативных ветвлений, отсутствие зацикливания, корректность спецификации количественных параметров).

Группа функций «Формирование программного кода и проведение имитационного моделирования» объединяет функции: автоматическая генерация программного кода модели; поддержка вводимых пользователем переменных; планирование имитационного эксперимента; создание консольных и снабженных графическим пользовательским интерфейсом программ для имитационного моделирования (сформированные имитационные программы могут использоваться как вместе с системой имитационного моделирования, так и автономно).

Группа функций «Анализ результатов имитационного моделирования» включает функции: получение основных статистических характеристик выходного параметра (по полученным значениям рассчитываются основные статистические характеристики: среднее значение, дисперсия, коэффициент вариации, минимальное и максимальное значения, асимметрия, эксцесс, мода или модальный интервал и др.); построение гистограмм значений выходных параметров моделирования для оценки формы закона распределения; сохранение результатов моделирования в виде переменной модели; экспорт результатов в MS Word и MS Excel для дальнейшей обработки и для документирования.

Перечисленные функции обеспечивают гибкость системы, удобство работы пользователя, возможность наглядного представления исследуемых процессов, сокращение затрат времени на построение имитационных моделей.

Рассмотрим процесс моделирования деловых процессов с использованием описанного инструментария. На рис.3 приведен пример делового процесса в виде диаграммы деятельности. Пример взят из проведенного исследования деловых процессов одной из торговых организаций [5].

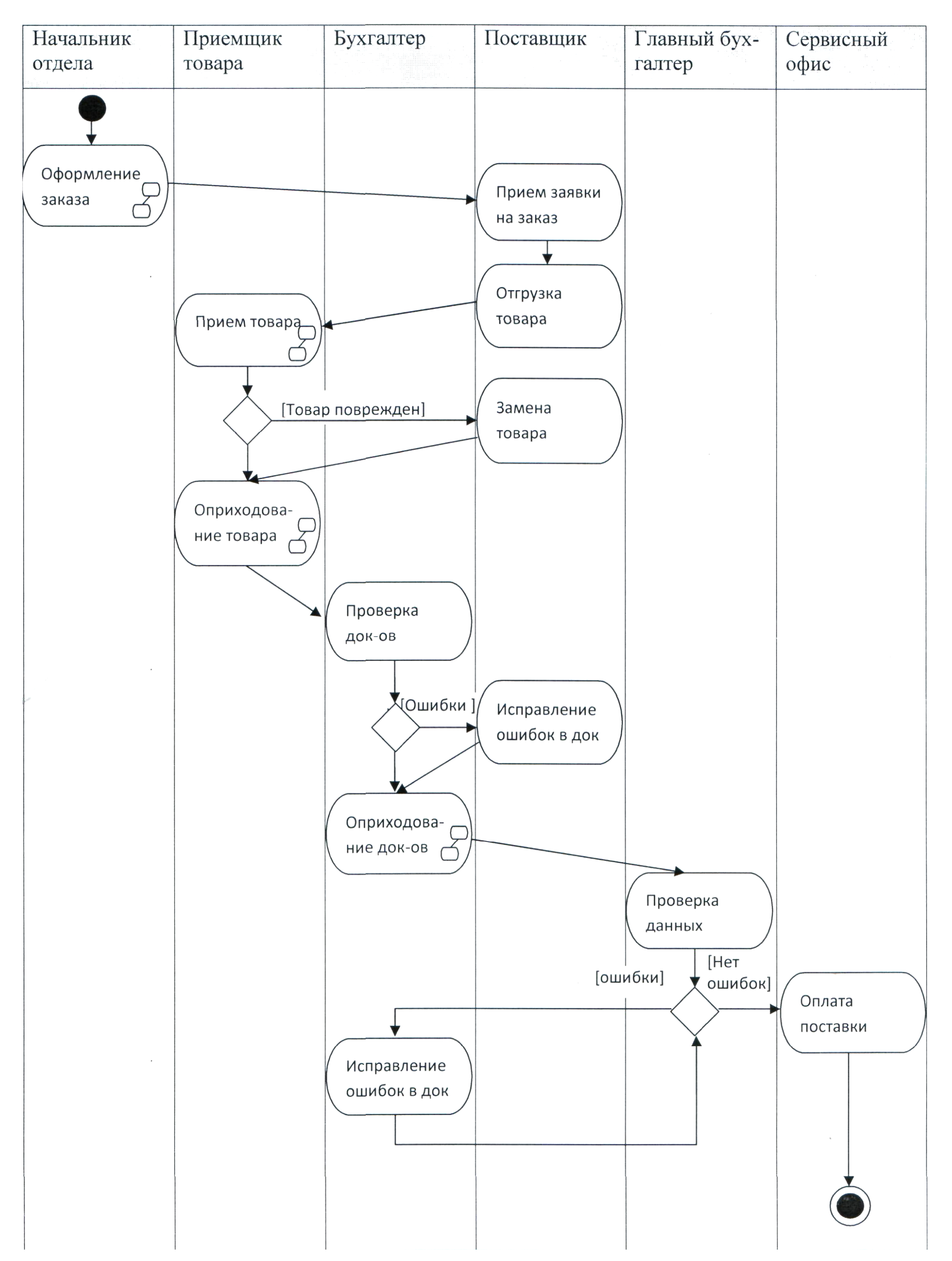


Рис.3. Пример делового процесса
(процесс приема товара в торговой организации)

Как видно из рисунка, диаграмма определяет операции делового процесса, исполнителей операций (с помощью плавательных дорожек), альтернативные варианты исполнения процессов (с помощью блоков условия). Также на диаграмме присутствуют блоки подпроцесса, которые моделируют вызов дочернего процесса, что позволяет повысить наглядность и гибкость модели.

Для блоков операции задаются параметры, характеризующие время исполнения операций. При этом часто используется переменная с треугольным законом распределения, позволяю-

щая указать минимальное, максимальное и наиболее вероятное время исполнения операции [2]. Для блоков условий задаются вероятности переходов.

Диаграмма прецедентов позволяет очертить границы моделируемой системы, указать внешние сущности (актеров), обращающиеся к системе. В соответствии с метамоделью диаграмма прецедентов позволяет задать количественные характеристики таких обращений.

Временные, количественные и вероятностные параметры исполнения деловых процессов могут быть получены путем хронометража, анализа архивной документации, в некоторых случаях – путем экспертного опроса.

В таблице приведены некоторые переменные имитационной модели, которые отражают ее количественные характеристики. Таблица иллюстрирует различные виды переменных, а также связи между переменными и визуальными компонентами модели (диаграммами языка UML и элементами диаграмм).

Переменные имитационной модели (фрагмент)

Имя	Вид переменной	Комментарий	Тип / Закон распределения	Параметры / Формула расчета
bp_reception	Диаграмма деятельности	Процесс приема товара торговой компанией от поставщика		
	Блок подпроцесса	Оформление заказа	Дочерний процесс	bp_order
	Аргумент	Прием заявки на поставку	Треугольное	min = 60 moda = 80 max = 120
	Аргумент	Отгрузка товара	Треугольное	min = 20 moda = 40 max = 80
	Блок подпроцесса	Прием товара	Дочерний процесс	bp_rec_goods
	Блок подпроцесса	Оприходование товара	Дочерний процесс	bp_storehous
	Аргумент	Проверка документов	Равномерное (min/max)	min = 10 max = 60
	…			
bp_order	Диаграмма деятельности	Составление и оформление заказа поставщику		
	Аргумент	Составление отчета о прошлой поставке	Равномерное (min/max)	min = 10 max = 40
	Аргумент	Составление отчета о продажах	Равномерное (min/max)	min = 5 max = 10
	…			
sw1	Накопление	начальник отдела		
sw2	Накопление	приемщик товара		
…				
goodsL	Диаграмма прецедентов	Подмножество деловых процессов		
	Актер Арг.	Начальник отдела	Число	1
	Актер Арг.	Бухгалтер	Число	1
	Прецедент	Заказ и получение товара	Процесс	bp_reception
	Прецедент	Инвентаризация	Процесс	bp_account
	Прецедент	Заключение договора	Процесс	bp_dogovor
	Прецедент	Заявка на товар	Процесс	bp_order
	Ассоциация Аргумент	Начальник отдела / Заказ и получение товара	Число	2
	Ассоциация Аргумент	Бухгалтер / Инвентаризация	Число	1
	Ассоциация Аргумент	Старший сотрудник / Заказ и получение товара	Равномерное (min/max)	min = 3 max = 5
	Расширение (extend)	Заключение договора / Заказ и получение товара	Вероятность	0.2
	…			

Таким образом, на первом этапе моделирования осуществляются формализация изучаемых деловых процессов, сбор исходных статистических данных, их обработка и определение на их основе переменных модели. Далее необходимо представить компоненты модели средствами системы СИМ-UML.

На рис.4 приведена экранная форма графического конструктора системы СИМ-UML, позволяющего построить UML-диаграммы деловых процессов и задать количественные характеристики их элементов.

На основе построенных UML-диаграмм и введенных переменных система СИМ-UML автоматически генерирует программный код имитационной модели. Затем система проводит компиляцию программного кода, прогон имитационной модели и статистическую обработку полученных выходных данных модели.

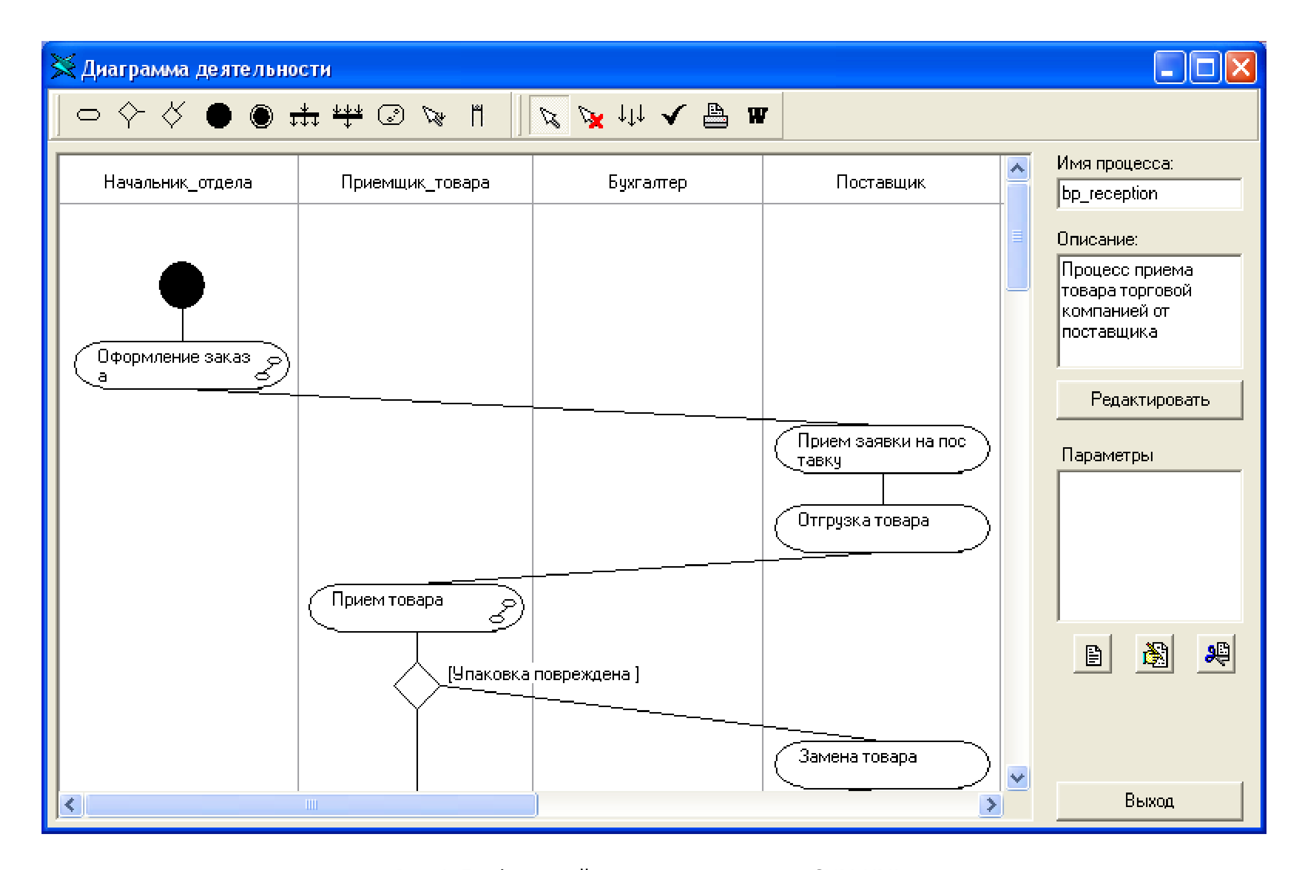


Рис.4. Графический конструктор системы СИМ-UML.
Построение диаграммы деятельности

На рис.5 показаны экранные формы результатов имитационного моделирования затрат труда на исполнение подмножества деловых процессов. Среди этих результатов: закон распределения в табличной форме и статистические характеристики времени реализации делового процесса, в том числе математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации, асимметрия, эксцесс, мода (для непрерывного распределения – модальный интервал).

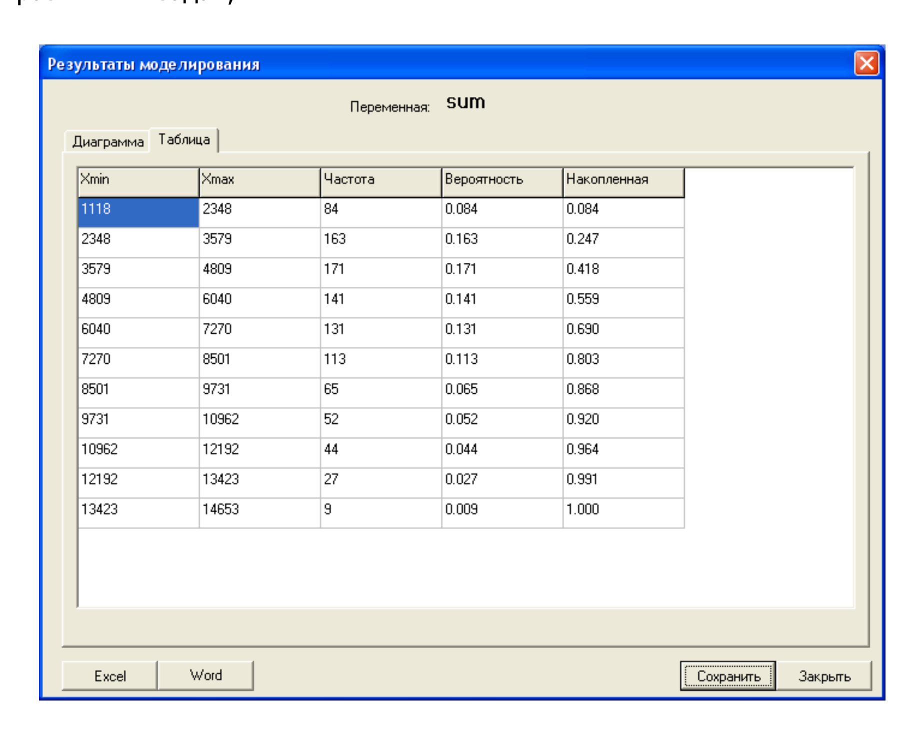
Имитационное моделирование деловых процессов в системе СИМ-UML позволяет:

– оценивать затраты труда на выполнение деловых процессов по определенным участкам, отделам и исполнителям;

– объективно осуществлять планирование распределения трудовых ресурсов между отделами и участками работы;

– обоснованно проводить сравнение и выбор варианта распределения функций в рамках структурных подразделений организации;

– оценивать эффективность использования программных комплексов для автоматизации различных задач;



Xmin	Xmax	Частота	Вероятность	Накопленная
1118	2348	84	0.084	0.084
2348	3579	163	0.163	0.247
3579	4809	171	0.171	0.418
4809	6040	141	0.141	0.559
6040	7270	131	0.131	0.690
7270	8501	113	0.113	0.803
8501	9731	65	0.065	0.868
9731	10962	52	0.052	0.920
10962	12192	44	0.044	0.964
12192	13423	27	0.027	0.991
13423	14653	9	0.009	1.000

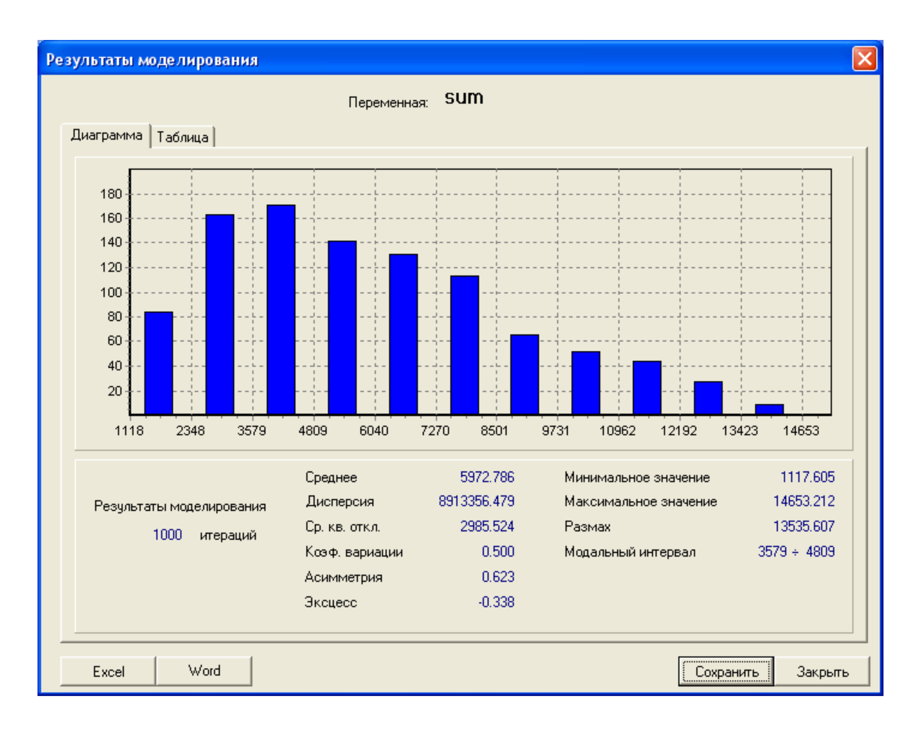


Рис.5. Результаты имитационного моделирования в системе СИМ-UML

– определять взаимозависимые функциональные операции, оценивать взаимосвязи между сотрудниками, отделами и внешними источниками и разрабатывать рекомендации по совершенствованию механизмов взаимодействия;

– выделять группы операций, затраты ресурсов на реализацию которых имеют сильный разброс;

– выявлять наиболее трудоемкие функциональные операции и группы функциональных операций;

– проводить реинжиниринг деловых процессов организации.

Заключение. Предложенный инструментарий может эффективно использоваться для анализа и моделирования в различных областях экономики и управления, в том числе, оценивать и минимизировать затраты трудовых и материальных ресурсов на исполнение управленческих и производственных процессов; оптимизировать численность управленческого персонала; исследовать эффективность организации деловых процессов с точки зрения затрат рабочего времени или стоимости, совершенствовать деловые процессы; оценивать эффективность использования автоматизированных информационных систем; поддерживать принятия решений при построении и внедрении интернет-приложений в деятельности организации.

Библиографический список

1. Хубаев Г.Н. Система автоматизированного синтеза имитационных моделей на основе языка UML «СИМ-UML»: свидетельство о гос. регистр. программы для ЭВМ / Г.Н. Хубаев, С.М. Щербаков, Ю.А. Рванцов. – №2009610414. – М.: РОСПАТЕНТ, 2009.

2. Емельянов А.А. Имитационное моделирование в управлении рисками / А.А. Емельянов. – СПб.: СПбГИЭА, 2000. – 376 с.

3. Репин В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В.В. Репин, В.Г. Елиферов. – М.: Стандарты и качество, 2006. – 408 с.

4. Хубаев Г.Н. Автоматизированный синтез имитационных моделей деловых процессов / Г.Н. Хубаев, С.Н. Широбокова, С.М. Щербаков // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2008. – №4. – С.73-79.

5. Саламатова М.А. Моделирование деловых процессов в системе СИМ-UML (на примере торговой организации) / М.А. Саламатова, С.М. Щербаков // Системное управление. – 2009. – Вып.1(5). [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://sisupr.mrsu.ru/2009-1/pdf/19_salamatova.pdf.

Материал поступил в редакцию 24.06.2011.

References

1. Xubaev G.N. Sistema avtomatizirovannogo sinteza imitacionny`x modelej na osnove yazy`ka UML «SIM-UML»: svidetel`stvo o gos. registr. programmy` dlya E`VM / G.N. Xubaev, S.M. Shherbakov, Yu.A. Rvanczov. – #2009610414. – M.: ROSPATENT, 2009. – In Russian.

2. Emel`yanov A.A. Imitacionnoe modelirovanie v upravlenii riskami / A.A. Emel`yanov. – SPb.: SPbGIE`A, 2000. – 376 s. – In Russian.

3. Repin V.V. Processny`j podxod k upravleniyu. Modelirovanie biznes-processov / V.V. Repin, V.G. Eliferov. – M.: Standarty` i kachestvo, 2006. – 408 s. – In Russian.

4. Xubaev G.N. Avtomatizirovanny`j sintez imitacionny`x modelej delovy`x processov / G.N. Xubaev, S.N. Shirobokova, S.M. Shherbakov // Izv. vuzov. Sev.-Kavk. region. Texn. nauki. – 2008. – #4. – S.73-79. – In Russian.

5. Salamatova M.A. Modelirovanie delovy`x processov v sisteme SIM-UML (na primere torgovoj organizacii) / M.A. Salamatova, S.M. Shherbakov // Sistemnoe upravlenie. – 2009. – Vy`p.1(5). [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://sisupr.mrsu.ru/2009-1/pdf/19_salamatova.pdf. – In Russian.

VISUAL MODELLING AND SIMULATION INTEGRATION TOOLS

G.N. KHUBAYEV, S.M. SHCHERBAKOV, Y.A. RVANTSOV
(Rostov State University of Economics)

The information system that realizes the integration concept of the visual modelling and simulation is considered.
***Keywords**: business process, simulation, information system, model, function.*

УДК 681.3

ОБНАРУЖЕНИЕ ТУПИКОВ В ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОГРАММАХ КАК РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ ДИОФАНТОВЫХ УРАВНЕНИЙ

О.Ф. БАБАХЬЯН
(Ростовский научно-исследовательский институт радиосвязи)

Рассмотрен метод обнаружения дедлоков в распределенных системах на этапе проектирования системы. Система представляется в виде модели посредством формальной спецификации с помощью аппарата сетей Петри.
Ключевые слова: *тестирование, параллельные программы, сети Петри, дедлоки.*

Введение. Параллельные программы с недетерминированным поведением, в которых отдельные компоненты функционируют параллельно и взаимодействуют асинхронно, получают все большее распространение. Тестирование параллельных приложений является непростой задачей, поскольку из-за недетерминированности ошибки распараллеливания сложно выявить. Скрупулезный анализ и хорошо спланированное тестирование позволяют исключить значительную долю ошибок, тем не менее, в достаточно сложных системах ошибки могут быть выявлены уже в процессе эксплуатации. Стоимость исправления таких ошибок может быть весьма существенной. Моделирование проектируемой системы сетью Петри на этапе ее создания благодаря развитым инструментам позволяет разработчикам эффективно обнаруживать и исправлять ошибки на ранних стадиях.

Сети Петри – одно из современных и наиболее эффективных средств графического и математического моделирования систем самых различных классов [1]. Это мощный инструмент для описания систем, использующих параллелизм, синхронизацию и разделяемые ресурсы.

Цель настоящей работы – рассмотрение метода обнаружения дедлоков в распределенных системах. Используя описания сетями Петри на примере вычислительной системы (ВС), показать, что система характеризуется отсутствием или наличием тупиков, воспользовавшись методом построения усеченного множества решений или Truncated Set of Solutions (TSS) [3] для нахождения *T*-инварианта.

Построение формальной модели вычислительной системы. ВС представлена в виде ординарной сети Петри с одноцветными фишками [1, 2]. Пусть ВС состоит из двух вычислительных устройств (ВУ), одно из которых главное (ВУГ), второе – подчиненное (ВУП). Рабочий цикл ВУ складывается из трех этапов: начало работы *(BEGIN),* прием или посылка сообщений *(INIT),* окончание работы *(END).* На этапе *BEGIN* ВУГ посылает устройству ВУП сигнал о начале работы и переходит в состояние ожидания ответа. ВУП, получив сигнал о начале работы, переходит в активное состояние и выдает подтверждающее сообщение о готовности. ВУГ, получив подтверждающий сигнал, также переходит в активное состояние. На этом этап *BEGIN* заканчивается. Находясь в состоянии *INIT* , ВУГ может либо передавать задания для выполнения устройству ВУП, либо перейти в состояние *END*. В свою очередь ВУП может также передавать устройству ВУГ задания для обработки, но самостоятельно в состояние *END* перейти не может. Если ВУГ (ВУП) передало задание устройству ВУП (ВУГ) для обработки, то оно переходит в состояние ожидания. Только после того, как будет получен подтверждающий сигнал, ВУГ (ВУП) может выполнить действия по инициализации новых заданий. Инициатива по переходу в состояние *END* может исходить только от ВУГ. При этом ВУГ посылает устройству ВУП сигнал о завершении работы и переходит в неактивное состояние.

Построим основанную на понятиях сетей Петри модель, которая описывает функционирование рассмотренной выше ВС. Подобные модели в дальнейшем будем называть СП-моделями (рис.1).

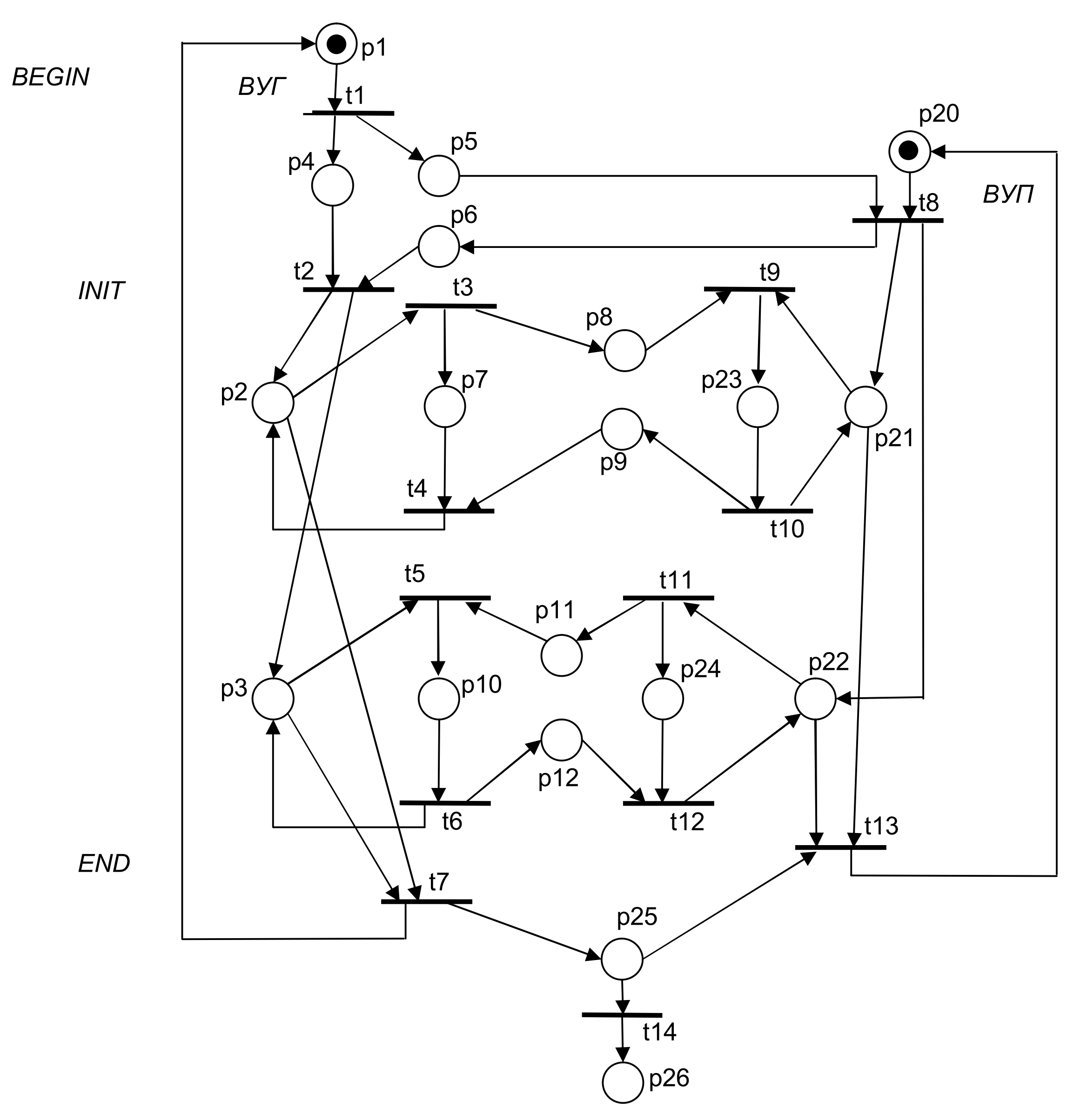


Рис. 1. СП-модели вычислительной системы

Начальное состояние полученной модели описывается разметкой:

$$\mu_0 = (p_1, p_4, p_5, p_6, p_2, p_7, p_8, p_9, p_3, p_{10}, p_{20}, p_{21}, p_{23}, p_{22}, p_{11}, p_{12}, p_{24}, p_{25}, p_{26}) =$$
$$= (1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0).$$

Алгоритм построения TSS для системы линейных однородных диофантовых уравнений (СЛОДУ) и его реализация подробно описаны в работе [3], поэтому приведем лишь необходимые факты и определения.

Пусть дана СЛОДУ *S* вида:

$$S = \begin{cases} L_1(x) = a_{11}x_1 + \cdots + a_{1q}x_q = 0 \\ L_2(x) = a_{21}x_1 + \cdots + a_{2q}x_q = 0 \\ \cdots \\ L_p(x) = a_{p1}x_1 + \cdots + a_{pq}x_q = 0 \end{cases}. \quad (1)$$

Рассмотрим множество векторов канонического базиса $M_0' = \{e_1, \dots, e_q\}$ и первое уравнение $L_1(x) = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1q}x_q = 0$ системы S вида (1). С помощью функции $L_1(x)$ разо-

бьем элементы множества $M_0^{'}$ на три группы: $M_1^0 = \{e|L_1(e) = 0\}$, $M_1^+ = \{e|L_1(e) > 0\}$ и $M_1^- = \{e|L_1(e) < 0\}$. Ясно, что если одно из множеств $M_1^0 \cup M_1^+$ или $M_1^0 \cup M_1^-$ пусто, то уравнение $L_1(x) = 0$ не имеет нетривиальных решений в множестве натуральных чисел. Если хотя бы два из множеств M_1^0, M_1^+, M_1^- непусты, тогда множество решений уравнения $L_1(x) = 0$ можно определить по следующей формуле:

$$M_1 = M^0 \cup \{y_{ij}|y_{ij} = -L_1(e_i) \cdot e_j + L_1(e_j) \cdot e_i, e_j \epsilon M^+, e_i \epsilon M^-\}. \quad (2)$$

Полученное множество M_1 с помощью функции $L_2(x)$ тоже разбирается на три группы: $M^0 = \{e|L_2(e) = 0\}$, $M^+ = \{e|L_2(e) > 0\}$ и $M^- = \{e|L_2(e) < 0\}$. Далее повторяются все действия, аналогичные предыдущему уравнению. Алгоритм заканчивает работу, когда все уравнения данной СЛОДУ будут обработаны и элементы множества M_j составляют TSS этой СЛОДУ.

Построим *T*-инвариант для доказательства живости сети. *T*-инвариант соответствует последовательности срабатывания переходов, переводящей сеть из разметки M в ту же самую разметку M. Если *T*-инвариант содержит все переходы сети, то она жива.

Для нахождения *T*-инварианта сети построим целочисленную $n \times m$ матрицу инцидентности сети Петри A (табл. 1), где n и m — мощности множеств P и T соответственно. В матрице A элемент $A_{ij} = 1$, если при выполнении перехода j фишка добавляется в позицию i, $A_{ij} = -1$, если при выполнении перехода j фишка убирается из позиции i, $A_{ij} = 0$, если при выполнении перехода j число фишек в позиции i не изменяется.

Таблица 1

Построение матрицы инцидентности сети Петри (см. рис.1)

Состояние сети Петри	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}	t_{11}	t_{12}	t_{13}	t_{14}
p_1	–1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
p_2	0	1	–1	1	0	0	–1	0	0	0	0	0	0	0
p_3	0	1	0	0	–1	1	–1	0	0	0	0	0	0	0
p_4	1	–1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p_5	1	0	0	0	0	0	0	–1	0	0	0	0	0	0
p_6	0	–1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
p_7	0	0	1	–1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p_8	0	0	1	0	0	0	0	0	–1	0	0	0	0	0
p_9	0	0	0	–1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
p_{10}	0	0	0	0	1	–1	0	0	0	0	0	0	0	0
p_{11}	0	0	0	0	–1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
p_{12}	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	–1	0	0
p_{20}	0	0	0	0	0	0	0	–1	0	0	0	0	1	0
p_{21}	0	0	0	0	0	0	0	1	–1	1	0	0	–1	0
p_{22}	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	–1	1	–1	0
p_{23}	0	0	0	0	0	0	0	0	1	–1	0	0	0	0
p_{24}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	–1	0	0
p_{25}	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	–1	–1
p_{26}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Проанализируем показанную на рис.1 сеть Петри, описывающую модель функционирования вычислительной системы. Для этого воспользуемся уравнением состояний:

$$Ax = 0, \quad (3)$$

где A – целочисленная $n \times m$ матрица инцидентности сети Петри; n и m – мощности множеств P и T соответственно; Ax – m-мерный вектор Париха.

С помощью уравнения состояния (3) определим *T*-инвариант сети Петри. Размерность матрицы инцидентности A в уравнении (3) для данной сети Петри составляет 19×14 (19 уравнений, 14 неизвестных), а вектора Париха x – 14.

В соответствии с *TSS*-алгоритмом система диофантовых уравнений (1) имеет четыре решения:

$$x_1 = \{0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,1,1,0,0\}^T,$$
$$x_2 = \{1,1,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,1,0\}^T,$$
$$x_3 = \{1,1,2,2,0,0,1,1,2,2,0,0,1,0\}^T,$$
$$x_4 = \{1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0\}^T.$$

На основе решений этой системы можно построить *T*-инварианты (табл.2).

Таблица 2

T-инварианты сети Петри (см. рис.1)

t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}	t_{11}	t_{12}	t_{13}	t_{14}
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
1	1	2	2	0	0	1	1	2	2	0	0	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

В табл.2 столбец t_{14} содержит все нули, но поскольку он отвечает за завершение работы, то это не приводит к неверной работе сети. Таким образом, его можно не учитывать при анализе. Это значит, все переходы в сети Петри являются живыми при данной начальной разметке, т.е. каждый переход в сети срабатывает хотя бы один раз. Следствием чего является отсутствие тупиков, когда в системе не может возникнуть ситуация взаимной блокировки вычислений или доступа к данным (общим или распределенным). Действительно, тупик возникает в сети Петри, если нельзя запустить один или несколько переходов. Так как все переходы живые, то сеть Петри обладает требуемым свойством: отсутствием тупиков.

Заключение. Приведен пример построения имитационной модели функционирования вычислительной системы с помощью аппарата сети Петри. Анализ предлагаемой модели выполняется с использованием матрицы инцидентности и TSS-алгоритма решения систем линейных диофантовых уравнений над множеством натуральных чисел. Построенная модель обладает необходимым свойством — является живой. Таким образом, показано, что предложенный метод можно применять на этапах построения систем, использующих параллелизм, синхронизацию и разделяемые ресурсы для анализа такого свойства системы, как наличие или отсутствие дедлоков.

Библиографический список

1. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем : пер. с англ. / Дж. Питерсон. – М.: Мир, 1984. – 264 с.

2. Котов В.Е. Сети Петри / В. Е. Котов. – М.: Наука, 1984. – 160 с.

3. Krivoi S. A criteria of Compatibility Systems of Linear Diophantine Constraints / S. Krivoi // Lecture Notes in Comp. Science. – 2002. – №2328. – P.264-271.

Материал поступил в редакцию 18.05.2011.

References

1. Piterson Dzh. Teoriya setej Petri i modelirovanie sistem : per. s angl. / Dzh. Piterson. – M.: Mir, 1984. – 264 s. – In Russian.

2. Kotov V.E. Seti Petri / V. E. Kotov. – M.: Nauka, 1984. – 160 s. – In Russian.

3. Krivoi S. A criteria of Compatibility Systems of Linear Diophantine Constraints / S. Krivoi // Lecture Notes in Comp. Science. – 2002. – #2328. – P.264-271.

DETECTION OF DEADLOCKS IN PARALLEL PROGRAMS AS SOLUTION OF LINEAR DIOPHANTINE EQUATIONS

O.F. BABAKHYAN
(Rostov Scientific research Institute for Radiocommunication)

The method of detecting deadlocks in the distributed systems at the design stage of the system is considered. The system is presented in the form of a model through the formal specification by means of Petri nets.
***Keywords**: testing, parallel programs, Petri nets, deadlocks.*

УДК 621.833.6

ПЛАНЕТАРНЫЕ ПЕРЕДАЧИ С ВНЕЦЕНТРОИДНЫМ ВНУТРЕННИМ ЦЕВОЧНЫМ ЗАЦЕПЛЕНИЕМ В МАШИНОСТРОЕНИИ (обзор)

С.О. КИРЕЕВ
(Донской государственный технический университет)

Рассмотрена история возникновения и применения планетарных передач с внецентроидным внутренним цевочным зацеплением. Дана информация по величине их КПД, массогабаритным, инерционным характеристикам и виброактивности. Приведена конструкция наиболее перспективной схемы исполнения данных механизмов.
Ключевые слова: *планетарные передачи, цевочное зацепление.*

Введение. Применяемые в планетарных механизмах зубчатые передачи с эвольвентным зацеплением благодаря высокой конкурентоспособности занимают в машиностроении «монопольное» положение. Объясняется это известными технологическими и эксплуатационными достоинствами передачи, к которым относятся: простота формы исходного контура зуборезного инструмента, работающего по методу обката, сохранение передаточного отношения при изменении межосевого расстояния, прямолинейность линии зацепления, обеспечивающей постоянство направления действия силы нормального давления в зацеплении. Эти положительные качества эвольвентного зацепления стимулировали стандартизацию параметров исходного контура, способствовали созданию огромного парка специальных станков, обширной номенклатуры зуборезного и измерительного инструмента, а также разработке унифицированной технологии изготовления и контроля колёс прямозубых и косозубых эвольвентных передач с внешним и внутренним зацеплением. Из колёс с эвольвентным зубчатым венцом формируются рядовые ступенчатые передачи с неподвижными осями, планетарные зубчатые механизмы, коробки скоростей транспортных агрегатов и станков, компонуются механизмы подач технологического оборудования. Однако достигнутые успехи в производстве эвольвентных колёс не устраняют трудностей при совершенствовании эвольвентного зацепления посредством создания зуборезного инструмента отличного от стандартного [1]. В некоторых случаях эвольвентное зацепление теряет свои преимущества в сравнении с цевочным и циклоидальным зацеплениями, получившими признание в технике раньше эвольвентного.

Возникновение планетарных передач с внецентроидным внутренним цевочным зацеплением (ВВЦЗ). Использовать эпициклоиду в качестве профиля зуба ведомого колеса в часовом механизме (ведущим является триб), предложил датский астроном Ремер в 1675 г. Геометрию циклоидных кривых изучали Лагир, Дезарг, Камус, Дидро, Понселе [2]. Техническое приложение циклоидные кривые нашли в виде цевочного и циклоидального зацеплений, изготовляемых методом копирования. К недостаткам передач с этим зацеплением относятся чувствительность к изменению межосевого расстояния, криволинейность линии зацепления и сложность формы зуба исходного контура зуборезного инструмента при методе обката, что определило выбор эвольвентного зацепления в качестве преобладающего. Технический прогресс в станкостроении позволил преодолеть трудности воспроизводства сложных профилей, и в настоящее время на основе геометрии циклоидных кривых созданы роторно-поршневые двигатели внутреннего сгорания и компрессоры, гидромоторы и насосы, винтовые компрессоры и насосы, воздуходувки, планетарные передачи. Особого внимания заслуживают планетарные передачи [3].

Как известно, первые модели планетарных механизмов были созданы монахом Давидом в 1791 г. Эти четырехзвенные двухступенчатые механизмы, согласно классификации В.Н. Кудрявцева [4], имеют обозначение 2К-Н. К более простым схемам планетарного механизма отно-

сится трехзвенный одноступенчатый механизм K-H, полученный обращенным движением рядовой однопарной зубчатой передачи с внутренним зацеплением. В механизме K-H для передачи движения сателлита, совершающего сложное движение, ведомому валу, соосному с водилом, необходимо использовать механизм с передаточным отношением, равным единице. В дальнейшем этот механизм, по предложению В.Н. Кудрявцева [4], был назван механизмом W. По классификации, принятой в нашей стране, передача K-H, содержащая механизм W, условно обозначается K-H-V. Этот планетарный зубчатый механизм создавался и совершенствовался в течение нескольких десятилетий, о чем свидетельствует историческая справка по развитию конструкции и промышленному применению передач K-H-V и 2K-V.

Первая попытка использовать схему K-H с внутренним цевочным зацеплением была сделана фирмой Carl Hamann [5] в Германии в 1900 г. В механизме фирмы Hamann в качестве сателлита использовалось цевочное колесо с нечетным числом цевок. Неподвижное колесо имело четное число зубьев, профиль которых определялся по траектории цевки, а изготовление выполнялось методом копирования. Параллельно работающий сателлит отсутствовал. Сложное движение сателлита преобразовывалось во вращение ведомого вала посредством механизма параллельных кривошипов. Передаточное отношение этого планетарного механизма определяется как отношение числа зубьев сателлита к разности числа зубьев неподвижного колеса и сателлита. Из-за низкого уровня технологии механизм Hamann не получил признания.

В 1925 г. фирма Fr. Deckel создала на базе схемы K-H-V [5] планетарную передачу с неподвижным цевочным колесом и двумя параллельно работающими сателлитами, зубья которых спрофилированы по эквидистанте нормальной эпициклоиды. Числа зубьев сателлитов и числа цевок неподвижного колеса этой передачи отличаются на единицу, а преобразование сложного движения сателлитов во вращение ведомого вала реализуется посредством муфты Ольдгема. Позднее профиль зубьев сателлита стал выполняться по эквидистанте укороченной эпициклоиды, а муфта Ольдгема заменена механизмом параллельных кривошипов. После доработки конструкции эта передача в 30-е годы была успешно внедрена в машиностроение Западной Европы.

Промышленное внедрение передач K-H-V связано с производственной деятельностью фирмы Simens-Schuckert-Werke (SSW). Эта фирма в конце тридцатых и начале сороковых годов прошлого столетия разработала и организовала промышленное изготовление гаммы мотор-редукторов с передачей K-H-V. Данная передача также успешно применялась в электробарабанах ленточных конвейеров фирмы SSW, использовалась в механизме выдвижения шасси самолетов Фокке-Вульф 190А, в приводе макаронного пресса непрерывного действия (Италия) [5]. В нашей стране еще в двадцатых годах предпринималась попытка создать подобный планетарный механизм. Макет механизма K-H-V был изготовлен в Харьковском технологическом институте в 1925 г. под руководством профессора Тира [5]. Однако по ряду причин эта разработка не была внедрена в производство.

Развитие планетарных передач с ВВЦЗ. За рубежом передачи типа K-H-V получили широкое распространение и успешно используются в приводах различных промышленных объектов. Особого внимания заслуживают редукторы и мотор-редукторы фирмы Cyclo (Германия), созданные на базе передачи K-H-V. Мотор-редукторы этой фирмы с одноступенчатыми передачами обеспечивают широкое поле эксплуатационных параметров (частота вращения выходного вала от 6,5 до 156 мин$^{-1}$, при диапазоне мощностей от 0,2 до 30 кВт) и отличаются высоким КПД (до 0,98). Смазка этих передач – консистентная, поэтому вертикальное исполнение не требует специальных уплотнительных устройств. Аналогичную конструкцию с некоторыми изменениями производит японская фирма Sumitomo Machinery Co, поставляя потребителю под маркой Cyclo Drive.

Дальнейшее развитие планетарные передачи с цевочным внецентроидным зацеплением получили в редукторе фирмы Sier Bath (США) [5], в котором к передаче К-Н-V добавлена эвольвентная ступень. Этой передаче в российской технической литературе присвоено условное обозначение 2K-V [5]. Передача 2K-V отличается высокой степенью упаковки деталей, компактностью, самоторможением и возможностью реализации передаточных отношений от 40 до 500. Такая передача нашла применение в приводах звеньев промышленных роботов и системах управления сервисными устройствами с требованием высокой жёсткости и точности позиционирования рабочего органа исполнительной системы. Фирма Teijin Seiki (Япония) и её наследница Nabtesco конструктивно усовершенство-вали передачу Sier Bath и организовали серийный выпуск типоразмеров передач модели RV (Rotary Vector) (рис.1).

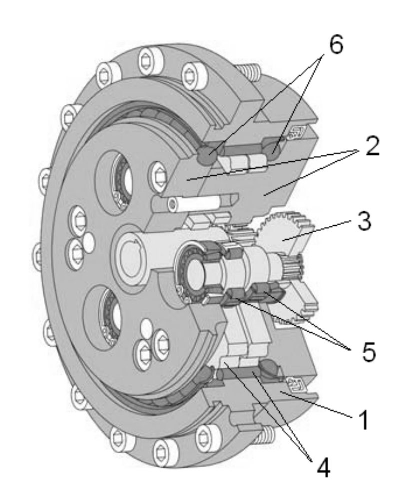
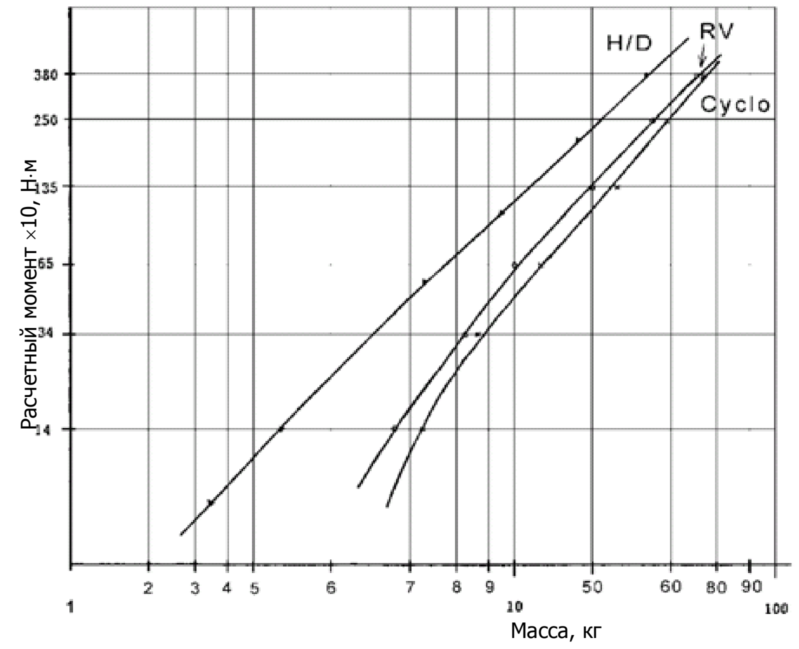


Рис.1. Планетарно-цевочный редуктор типа RV (схема 2K-V): 1 – корпус; 2 – водило; 3 – эвольвентный сателлит быстроходной ступени; 4 – эпициклоидный сателлит и цевка внецентроидного внутреннего цевочного зацепления; 5 – цилиндрические роликовые подшипники; 6 – шарики радиально-упорных совмещённых опор качения

Последующая эволюция трехзвенного планетарного механизма К-Н наблюдается в так называемой волновой передаче, на которую в 1959 году в США получил патент С. В. Мессер. Получили распространение волновые передачи с эвольвентными профилями зубьев, которые находятся в зацеплении с весьма малой несопряжённостью. Область применения таких передач ограничивается приводами кратковременного действия. Фирмами USM (США) и Harmonic Drive (Япония) налажено серийное производство волновых передач общего назначения.

Основные характеристики планетарных механизмов с ВВЦЗ. Выполненный обзор планетарных механизмов, созданных на базе схемы К-Н, свидетельствует о разнообразии технических решений, реализованных в их конструкциях. Из этой группы планетарных механизмов по признакам последовательности складываемых простейших движений выделяется подгруппа Cyclo, RV и Harmonic. Выделенную группу целесообразно сопоставить по рабочим характеристикам. На рис.2 представлены сравнительные характеристики по массе, механическому КПД, маховому моменту и вибрационным показателям, приводимые фирмой Teijin Seiki (Япония) [3].



RV - передача 2K-V
Cyclo - передача K-H-V
H/D (Harmonic) - волновая передача

Сравнение веса

Модель	Весовое отношение
RV	100%
Cyclo	120%
Harmonic	60%

Рис.2. Характеристики планетарных механизмов по массе

По весовым характеристикам (см. рис.2) модель RV занимает промежуточное положение между Cyclo и Harmonic. Анализ графиков КПД (рис.3, где Showa's Albania EPRO – тип консистентной смазки) свидетельствует о том, что потери на трение в модели RV на 10% ниже, чем у Cyclo и на 20% меньше чем у Harmonic. По моменту инерции на входном валу (рис.4) RV также превосходит Cyclo в 4 раза, а Harmonic в 25 раз. Вибрационные свойства сравниваемых планетарных механизмов представлены резонансными кривыми крутильных колебаний передач (рис.5).

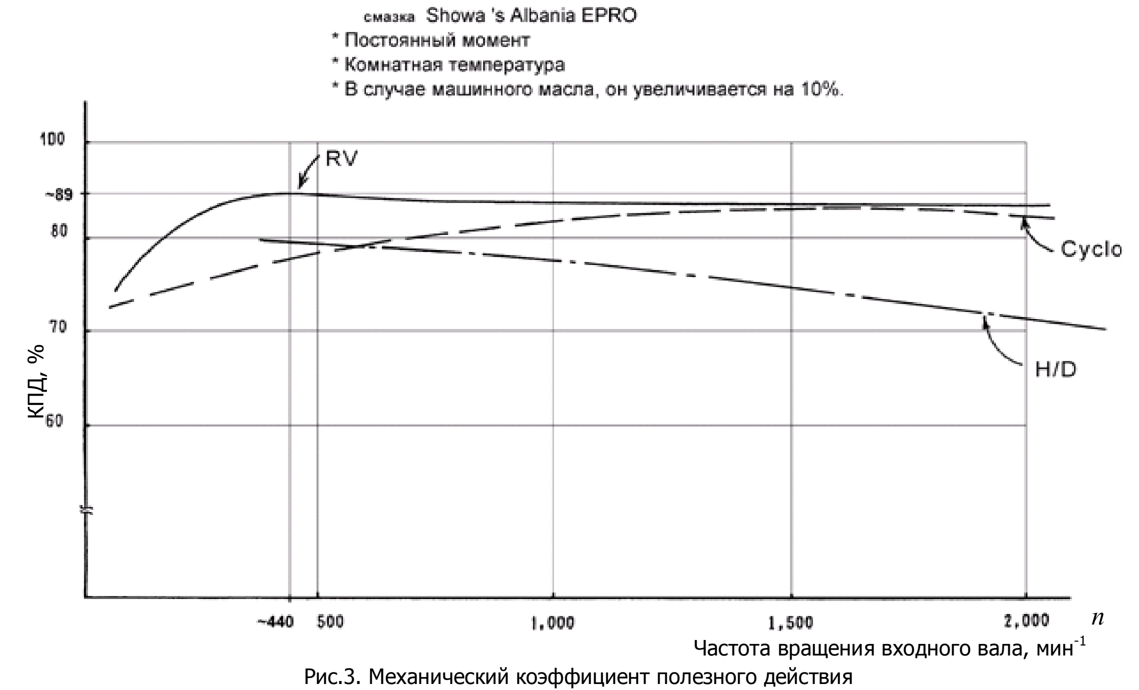


Рис.3. Механический коэффициент полезного действия

RV
Cyclo
H/D
Расчетный момент ×10, Н·м
380
250
135
55
34
14

Сравнительная таблица махового момента

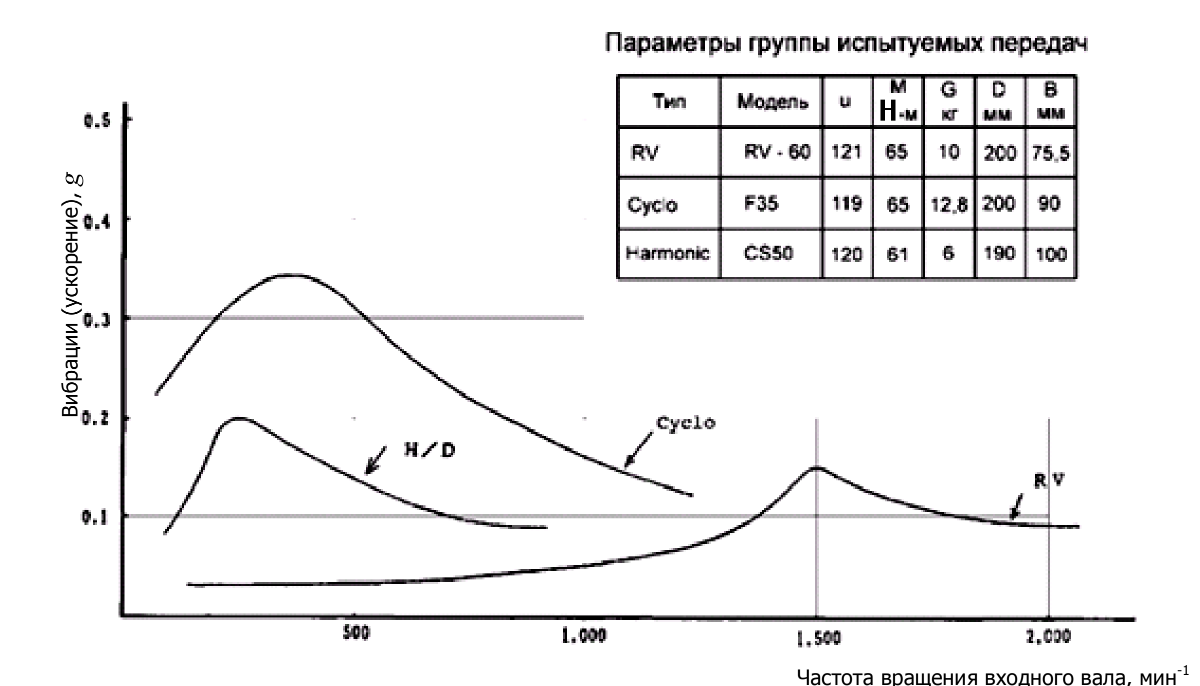
Модель	GD^2
RV	1
Cyclo	**4**
Harmonic	25

10^{-5} 10^{-4} 10^{-3} 10^{-2}

GD^2, кг·м^2

Рис.4. График зависимости махового момента от величины передаваемого вращающего момента

С целью получения вибрационных характеристик отобранных типов передач (RV, Cyclo, Harmonic) той же фирмой Teijin Seiki (Япония) [3] проводились испытания с их образцами, объединёнными в группы сравнения, рабочие параметры которых практически совпадают (см. табл. на рис.5).



Параметры группы испытуемых передач

Тип	Модель	u	M Н·м	G кг	D мм	B мм
RV	RV - 60	121	65	10	200	75,5
Cyclo	F35	119	65	12,8	200	90
Harmonic	CS50	120	61	6	190	100

Рис.5. Вибрационные характеристики: G – масса, D – габаритный диаметр;
B – габаритная ширина; M – расчётный момент

Полученные значения собственных частот колебаний передач позволяют сопоставить их по жёсткости и инерционным показателям. При сравнении собственных частот колебаний передач RV и Cyclo, отличающихся жёсткостью деталей (по технологическим причинам), выявляется более высокий момент инерции на ведомом валу системы Cyclo. Сравнение собственных частот передач RV и Harmonic даёт основание считать, что волновая передача обладает пониженными свойствами по показателям жёсткости и инерционным характеристикам нежели передача RV. Следовательно, передача RV выгодно отличается от Cyclo и Harmonic распределением массы в её конструкции. Кроме того, у резонансной кривой передачи RV на всём протяжении дорезонансного участка амплитуда вынужденных колебаний значительно меньше, чем у аналогичных кривых передач Cyclo и Harmonic. Таким образом по вибрационным показателям передача RV выгодно отличается от передач Cyclo и Harmonic.

Заключение. Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что по рабочим характеристикам выделяется передача RV, выполненная по схеме 2K-V с внецентроидным внутренним цевочным зацеплением. В связи с этим в рамках госбюджетных работ по созданию зубчатых передач с нетрадиционными видами зацеплений, под руководством автора была разработана гамма передач такого типа [3], представленная в табл.1, с габаритными размерами, приведёнными на рис.6. и табл.2.

Таблица 1

Гамма планетарно-цевочных передач типа 2K-V

Номер габарита	Модель* (типоразмер)	Передаточные отношения		Номер передачи	z_4	Момент M_H^{**}, Н·м	Мощность, P^{***}, кВт
		u_{1H}^{4}	u_{14}^{H}				
1	ПЦ2-23	43	42	1	14	105	0,240
		49	48	2	16		
		60	61	3	20		
		79	78	4	26		
		103	102	5	34		
2	ПЦ2-28	57	56	6	14	140	0,330
		65	64	7	16		
		81	80	8	20		
		105	104	9	26		
		121	120	10	30		
3	ПЦ2-34	57	56	11	14	214	0,500
		81	80	12	20		
		105	104	13	26		
		121	120	14	30		
		153	152	15	38		
		161	160	16	40		
4	ПЦ3-40	57	56	17	14	380	0,875
		81	80	18	20		
		105	104	19	26		
		121	120	20	30		
		153	152	21	40		
5	ПЦ3-45	65	64	22	16	820	1,90
		81	80	23	20		
		105	104	24	26		
		121	120	25	30		
		153	152	26	40		
6	ПЦ3-51	65	64	27	16	1050	2,30
		81	80	28	20		
		105	104	29	26		
		121	120	30	30		
		153	152	31	40		
		177	176	32	44		
7	ПЦ3-56	61	60	33	12	1300	3,00
		81	80	34	16		
		101	100	35	20		
		121	120	36	24		
		161	160	37	32		
		181	180	38	36		
		201	200	39	40		
8	ПЦ3-67	61	60	40	12	2160	5,00
		81	80	41	16		
		101	100	42	20		
		121	120	43	24		
		161	160	44	32		
		181	180	45	36		
		201	200	46	40		

Примечание: *) П – планетарный; Ц – цевочный; 2 – двухваловая модель; 3 – трехваловая модель; две последние цифры – межосевое расстояние эвольвентной ступени; **) Номинальный момент (момент, гарантирующий номинальный срок эксплуатации подшипника эпициклоидного сателлита, L_h = 2000 ч) при оборотах на выходе n_H = 20 об/мин.; ***) Величина входной мощности определена с учетом к.п.д. Номинальная частота вращения входного вала, n_1 = 1500 об/мин, Z_4 – число цевок.

Таблица 2

Параметры гаммы передач 2K-V

Модель	Момент, 10, Н·м	Передаточное число	Масса, кг	A,	B,	C,	D,	E,	F,
				мм					
ПЦ 2-28	14	57,65,81,105,121	3,5	132	105	90	18	62	65
ПЦ 2-34	21,4	57,81,105,121,153,161	5,0	157	130	110	21	75	78
ПЦ 3-40	38	57,81,105,121,153	7,0	193	160	120	22	78	81
ПЦ 3-45	82	65,81,105,121,153	10	219	180	140	27	90	97
ПЦ 3-51	105	65,81,105,121,153,177	15	242	200	155	28	93	101
ПЦ 3-56	130	61,81,101,121,161,181,201	20	262	220	175	28	103	111

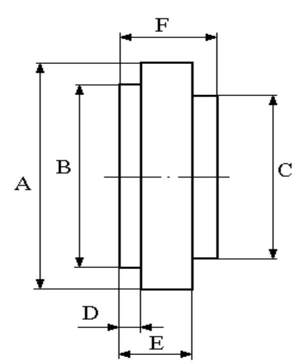


Рис.6. Габаритные размеры гаммы передач 2K-V

Следует отметить, что данные устройства называются передачами, а не редукторами в связи с тем, что относятся к дифференциальным механизмам и могут встраиваться в привод по различным схемам установки: неподвижным звеном может быть как корпус передачи, так и её водило. Это изменяет и передаточное отношение, что отражено в табл.1. В третьем столбце приведено передаточное отношение при закреплённом корпусе передачи (цевочном колесе) в четвёртом – при закреплённом водиле. Несложно заметить, что эти передаточные отношения отличаются лишь на единицу.

Библиографический список

1. Вулгаков Э.Б. Теория зубчатых зацеплений / Э.Б. Вулгаков. – М.: Машиностроение, 1995. – 320 с.
2. Литвин Ф.Л. Теория зубчатых зацеплений / Ф.Л. Литвин. – М.: Наука, 1968. – 455 с.
3. Киреев С.О. Теоретические основы методов анализа и синтеза планетарных механизмов с внецентроидным цевочным зацеплением: дис. ... д-ра техн. наук. – М.: ИМАШ РАН, 2002.
4. Кудрявцев В.Н. Планетарные передачи / В.Н. Кудрявцев. – Л.: Машиностроение, 1966. – 307 с.
5. Киреев С.О. Структура, кинематика и геометрия планетарных передач с внецентроидным цевочным зацеплением / С.О. Киреев, В.Н. Ковалёв. – Новочеркасск : НГТУ, 1995. – 98 с.

Материал поступил в редакцию 16.05.2011.

References

1. Vulgakov E`.B. Teoriya zubchaty`x zaceplenij / E`.B. Vulgakov. – M.: Mashinostroenie, 1995. – 320 s. – In Russian.

2. Litvin F.L. Teoriya zubchaty`x zaceplenij / F.L. Litvin. – M.: Nauka, 1968. – 455 s. – In Russian.

3. Kireev S.O. Teoreticheskie osnovy` metodov analiza i sinteza planetarny`x mexanizmov s vnecentroidny`m cevochny`m zacepleniem: dis. ... d-ra texn. nauk. – M.: IMASH RAN, 2002. – In Russian.

4. Kudryavcev V.N. Planetarny`e peredachi / V.N. Kudryavcev. – L.: Mashinostroenie, 1966. – 307 s. – In Russian.

5. Kireev S.O. Struktura, kinematika i geometriya planetarny`x peredach s vnecentroidny`m cevochny`m zacepleniem / S.O. Kireev, V.N. Kovalyov. – Novocherkassk : NGTU, 1995. – 98 s. – In Russian.

PLANETARY GEAR WITH OFF-CENTROID INNER COGGING IN MECHANICAL ENGINEERING (survey)

S.O. KIREYEV
(Don State Technical University)

The origination and application history of planetary gearing with the off-centroid inner cogging is considered. Data on their mechanical efficiency, mass-dimensional and inertial characteristics and vibro-activity is presented. A structure model of the most promising design is given.
***Keywords**: planetary gear, cogging.*

УДК 631.331

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ ПОСЕВА ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

В.В. ДОЛЖИКОВ
(Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия)

Обоснованы конструкция и параметры работы пневматических дисковых высевающих аппаратов, позволяющих повысить эффективность возделывания сельскохозяйственных культур.
Ключевые слова: *вакуумный высевающий аппарат, скорость сеялки, высевающий диск, качество дозирования семян.*

Введение. Одной из основных целей сельского хозяйства является производство сельскохозяйственной продукции со снижением себестоимости и увеличением рентабельности. Сев – один из наиболее важных факторов, влияющих на урожайность. Особенно важно проведение посевной в кратчайшие сроки при оптимальных климатических условиях для пропашных культур (подсолнечника и кукурузы как наиболее распространенных культур в нашем регионе), поскольку скорость посева влияет на общий расход топлива, оплату труда и т.д.

Постановка задачи. По результатам исследований Института зернового хозяйства им. А.И. Бараева, проведенных в 70-80-е годы прошлого века, было установлено, что пропашные сеялки качественно осуществляли посев на скоростях до 9 км/ч. При увеличении скорости посева происходило интенсивное перемешивание и отбрасывание почвы. Следствием этого, как правило, являются неравномерные всходы. Скорость движения сеялки считается идеальной, если борозда открывается и закрывается без значительного перемещения почвы, а также обеспечивается постоянная ширина рядков и глубина борозд. Современное сельскохозяйственное машиностроение позволяет обеспечить выполнение этих условий за счет применения анкерных сошников и прикатывающих катков на каждой высевающей секции. При этом передвижение посевного агрегата по полю может происходить со скоростью до 15 км/ч.

Увеличение скорости вызывает изменение динамики взаимодействия тел в высевающем аппарате, а поскольку их конструкции не претерпели каких-либо значительных изменений за последние несколько десятилетий, то задачей данной работы является модернизация пневматического высевающего аппарата с целью повышения рабочей скорости пропашной сеялки при сохранении качества посева.

Методы испытаний. В процессе работы серийного высевающего аппарата, выполненного по типу аппарата сеялки СУПН-8-01, на присосавшееся к дозирующему отверстию семя действует ряд сил: полезная, способствующая выносу семени из семенной камеры, и силы сопротивления выносу семени.

Гарантированный вынос семени будет обеспечиваться, если выполнено условие:

$$\frac{\overline{F_{\text{тр}}}}{\sum R} \geq 1, \tag{1}$$

где $\overline{F_{\text{тр}}}$ – сила трения поверхности высевающего диска о присосанное семя (полезная сила), Н;

ΣR – сумма сил сопротивления выносу, Н.

Проведенные по известной методике теоретические расчеты [1] показывают, что для серийного высевающего аппарата при высеве кукурузы отношение сил (1) лежит в диапазоне от 0,65 до 1,35, т.е. процесс выноса семян из семенной камеры происходит в неустойчивом режиме. В основном это связано с тем, что по мере выноса семян из полости семенной камеры, в зоне их активного захвата из-за отсутствия семенного материала на траектории движения дозирующего

элемента, а также из-за того, что семена имеют неправильную форму, они не всегда полностью перекрывают присасывающее отверстие (рис.1, *а*).

При этом сила присасывания каждого семени будет определяться по формуле:

$$\overline{F_{\text{пр}}} = k \cdot S_C \cdot H \,, \qquad (2)$$

где k – коэффициент просасывания воздуха, k=0,9…1,5; S_c – площадь семени, перекрывающая присасывающее отверстие, м^2; H – разрежение в вакуумной камере, Па.

Небольшие значения S_c ухудшают работу аппарата. Таким образом, присасывающие отверстия круглой формы не являются наиболее оптимальными с точки зрения процесса дозирования семян. В связи с этим предлагается изготавливать дозирующие элементы в виде радиальных прорезей, что позволит обеспечить гарантированное попадание хотя бы одного семени на траекторию движения дозирующего элемента (рис.1, *б*).

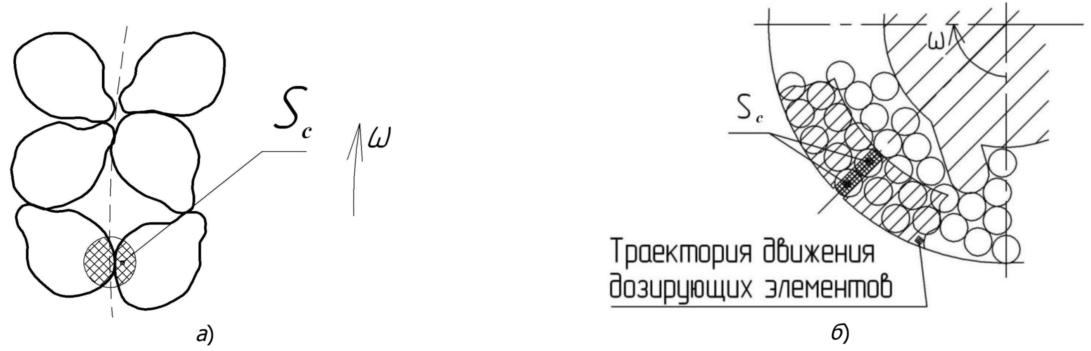


Рис.1. Схемы расположения семян относительно дозирующего элемента

Для увеличения ширины траектории движения дозирующего элемента, ее длина должна быть максимальной и приниматься, исходя из расстояния от кромки высевающего диска до стенки семенной камеры, с учетом максимального захвата семян в семенной камере.

Ширина радиально расположенных отверстий определяется, исходя из выражения [2]:

$$t = (0,5 - 0,7) \cdot c \,, \qquad (3)$$

где c – минимальная толщина высеваемых семян, м.

Условие (3) позволяет предотвратить забивание семян в прорези дозирующих элементов.

Расчеты показывают, что в модернизированном высевающем аппарате достигается устойчивое значение отношения $\overline{F_{\text{тр}}} / \Sigma R$≈1,34, что обеспечивает гарантированное присасывание семян к дозирующим элементам.

Недостатком предложенного дозирующего элемента является то, что он способствует образованию большого количества двойных и даже тройных подач. Это приведет к ухудшению условий работы сбрасывателя лишних семян и, в конечном итоге, снизит равномерность семенного потока. В связи с этим предлагается изменить форму вакуумной камеры, контактирующей с дозирующим элементом. Она должна уменьшаться по ходу вращения диска до начала воздействия на посевной материал сбрасывателя лишних семян (рис.2). Это позволит «облегчить» работу сбрасывателя лишних семян за счет сужения зоны присасывания семян (часть лишних семян падает в семенную камеру). После сбрасывателя лишних семян ширина вакуумной камеры остается постоянной. В этом случае на семя действуют силы, представленные на рис.3. Из рисунка видно, что основными силами, действующими на семя после зоны действия сбрасывателя лишних семян, являются сила трения поверхности высевающего диска о присосанное семя $\overline{F_{\text{тр}}}$ и сила тяжести семени $\overline{mg}$. Сила тяжести семени $\overline{mg}$ направлена вертикально вниз и стремится оторвать семя от дози-

рующего элемента, но это не позволяет сделать сила трения семени о высевающий диск $\overline{F_{\text{тр}}}$, которая направлена в противоположную сторону.



Рис.2. Схема прокладки вакуумной камеры

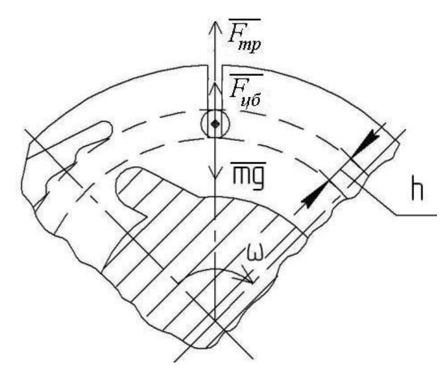


Рис.3. Силы, действующие на семя после сбрасывателя лишних семян

Центробежная сила $\overline{F_{\text{цб}}}$ определяется по формуле:

$$\overline{\mathrm{F}_{\text{цб}}} = m \cdot \omega^2 \cdot R, \qquad (4)$$

где m – масса семени, кг; ω^2 – угловая скорость семени, с$^{-1}$; R – радиус окружности, по которой перемещается семя, м.

Расчеты показывают, что центробежная сила $\overline{F_{\text{цб}}}$ во много раз меньше силы тяжести семени $\overline{mg}$. Поэтому в дальнейших расчетах центробежную силу $\overline{F_{\text{цб}}}$ не учитываем.

С учетом условия (2)

$$\overline{F_{\text{тр}}} = k \cdot S_c \cdot H \cdot f, \qquad (5)$$

где f – коэффициент трения семени о поверхность высевающего диска, f=0,3-0,5.

Тогда с учетом вышеизложенного на семя действуют сила тяжести $\overline{mg}$ и сила трения поверхности высевающего диска о присосанное семя $\overline{F_{\text{тр}}}$

$$m \cdot g = k \cdot S_c \cdot H \cdot f, \qquad (6)$$

Из (6) выразим S_c:

$$S_c = \frac{m \cdot g}{k \cdot H \cdot f}, \qquad (7)$$

Исходя из того, что дозирующий элемент имеет прямоугольную форму (рис.2, *б*), то ширину щели вакуумной камеры после сбрасывателя лишних семян определяем по формуле:

$$h = \frac{S_c}{t}. \qquad (8)$$

Для того чтобы обеспечить гарантированное удержание семени с учетом просасывания воздуха, принимаем коэффициент запаса $k_з$=4. Тогда ширина щели h=3,2 мм.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Для проверки качества работы модернизированного аппарата были проведены сравнительные лабораторные испытания серийного вакуумного аппарата сеялки СПБ-8К со стандартными высевающим диском и прокладкой этого же аппарата с измененной конструкцией прокладки и высевающего диска.

Эксперименты проводились на семенах подсолнечника «Лакомка» и кукурузы «РифМВ». Высевающий аппарат настраивался по эксплуатационным рекомендациям. Количество повторностей каждого опыта – 3, число подач семян в каждой повторности – 300 шт. Работа аппарата проверялась на повышенных режимах работы: при частотах вращения высевающе-

го диска n=60, 72 и 84 об/мин, что примерно соответствовало рабочим скоростям сеялки V_p=13, 15 и 17 км/ч.

Анализ результатов экспериментов показал (таблица), что за счет изменения формы и площади дозирующих элементов у модернизированного аппарата наблюдается более высокая вероятность подачи семян. У серийного высевающего аппарата на рабочей скорости 17 км/ч количество пропусков увеличилось практически на 50% от оптимального высева (100%) при дозировании кукурузы, а у модернизированного только на 24%.

Результаты экспериментальных исследований серийного и модернизированного высевающих аппаратов

Тип аппарата	Культура	n, об/мин	M_i	$\overline{M}$	σ_M	V_M	a_M	m_M
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Серийный аппарат	Подсолнечник	60	275 279 269	274,33	2,37	0,01	0,14	0,000
		72	270 259 260	263,0	2,87	0,01	0,17	0,001
		84	229 230 214	224,33	4,23	0,02	0,24	0,001
	Кукуруза	60	254 249 247	250,0	1,70	0,01	0,10	0,000
		72	220 208 208	212,0	3,27	0,02	0,19	0,001
		84	175 149 137	153,67	9,16	0,06	0,53	0,003
Модернизированный аппарат	Подсолнечник	60	288 286 283	285,67	4,96	0,02	0,29	0,001
		72	282 264 268	271,33	4,67	0,02	0,27	0,001
		84	238 233 215	228,67	19,64	0,09	1,13	0,005
	Кукуруза	60	283 273 293	283,0	1,94	0,01	0,11	0,000
		72	280 282 274	278,67	6,15	0,02	0,35	0,001
		84	261 263 264	262,67	20,44	0,08	1,18	0,004

Примечание. M_i – подача семян одним дозирующим элементом за повторность, шт; $\overline{M}$ – средняя подача семян одним дозирующим элементом, шт; σ_M – среднее квадратичное отклонение подачи семян по повторностям; V_M – коэффициент вариации; a_M – абсолютная ошибка опыта; m_M – относительная ошибка опыта.

Опыты показывают, что на повышенных скоростях (15 км/ч) отклонение от допустимой агротребованиями частости пропусков модернизированным высевающим аппаратом составляет 8% для кукурузы и 5% для подсолнечника, что меньше в 3 и в 2 раза по сравнению с серийным аппаратом.

Заключение. Сравнительные испытания серийного и модернизированного высевающего аппарата сеялки СПБ-8К позволяют сделать вывод о перспективности предложенной конструкции для проведения посева на повышенных скоростях. Кроме того, ширина радиально расположенных отверстий позволяет использовать при посеве и кукурузы и подсолнечника один универсальный высевающий диск с шириной дозирующих элементов 2,5 мм, в результате чего снижается трудоемкость настройки сеялки на высев другой культуры и уменьшаются затраты на комплектование агрегата.

Библиографический список

1. Лобачевская Н.П. Совершенствование процесса высева семян клещевины аппаратом пневматической сеялки : дис. ... канд. техн. наук. – Зерноград, 2001.

2. Бузенков Г.М. Машины для посева сельскохозяйственных культур / Г.М. Бузенков, С.М. Ма. – М.: Машиностроение, 1976. – 272 с.

Материал поступил в редакцию 10.05.2011.

References

1. Lobachevskaya N.P. Sovershenstvovanie processa vy`seva semyan kleshheviny` apparatom pnevmaticheskoj seyalki : dis. ... kand. texn. nauk. – Zernograd, 2001. – In Russian.

2. Buzenkov G.M. Mashiny` dlya poseva sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur / G.M. Buzenkov, S.M. Ma. – M.: Mashinostroenie, 1976. – 272 s. – In Russian.

UPDATING OF PNEUMATIC FEED AS FACTOR OF SEED RATE INCREASE

V.V. DOLZHIKOV
(Azov-Chernomorsk State Academy of Agricultural Engineering)

The design and working conditions of the pneumatic disk feeds which permit to improve the cropping efficiency are proved.
Keywords*: vacuum feed, seeder speed, seed disk, seed dispensing quality.*

УДК 621.78.044.7

ТЕХНОЛОГИЯ БЕЗДЕФОРМАЦИОННОЙ ЗАКАЛКИ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ КОЛЬЦЕВОЙ ФОРМЫ

В.Н. ПУСТОВОЙТ, Ю.В. ДОЛГАЧЕВ
(Донской государственный технический университет)

Рассмотрена возможность использования внешнего магнитного поля для одновременной реализации резервов упрочнения и устранения коробления тонкостенных деталей кольцевой формы за счет инициирующего влияния магнитного поля на мартенситное превращение в интервале сверхпластичности.
Ключевые слова: *термическая обработка сталей, магнитное поле, тонкостенные детали, коробление, упрочнение, мартенсит напряжения, сверхпластичность.*

Введение. Промышленное освоение метода термической обработки в магнитном поле как способа реализации резервов упрочнения машиностроительных материалов выполнено на ряде предприятий [1]. Для этого создано специализированное технологическое оборудование для получения постоянного магнитного поля, необходимая оснастка, выполнена оптимизация режимов термической обработки в магнитном поле (ТОМП) и предложена соответствующая контрольно-управляющая аппаратура, позволяющая с заданной степенью точности осуществлять эти режимы в цеховых условиях.

Термическую обработку в магнитном поле целесообразно использовать при единовременной поштучной обработке, например, с нагревом токами высокой частоты изделий типа тел вращения. Для мелких деталей возможна групповая обработка, но при соблюдении одинаковой ориентации каждого изделия по отношению к направлению поля [2].

При термической обработке деталей машин и инструмента, кроме обычной задачи обеспечения высокого комплекса механических и эксплуатационных свойств, возникает проблема, обусловленная короблением изделий в процессе термообработки и необходимостью проведения операций рихтовки, которые осуществляются, как правило, вручную и требуют существенных трудозатрат.

При решении проблем улучшения комплекса механических и эксплуатационных свойств и устранения дефектов (коробления) применительно к условиям термической обработки тонкостенных деталей кольцевой формы основное внимание уделяется созданию оборудования и оснастки для нагревания изделий, обеспечивающих их равномерный прогрев, создание условий для закалки и транспортировки в охлаждающую среду. Все это, несомненно, важно и тем не менее не решает полностью проблему устранения коробления, особенно тонкостенных деталей кольцевой формы.

В настоящей работе показана техническая возможность использования энергии постоянного магнитного поля для «внутренней» правки изделий в процессе операций термической обработки в температурном интервале проявления сверхпластичности превращения с применением специальной оснастки, что позволяет практически устранить деформации и коробление тонкостенных деталей кольцевой формы.

Методика исследования. Для проведения экспериментальных работ осуществлены подбор и компоновка оборудования для создания магнитного поля, оснастки для нагревания, охлаждения и регистрации температуры в процессе ТОМП, а также лабораторной установки для осуществления идеи бездеформационной ТОМП.

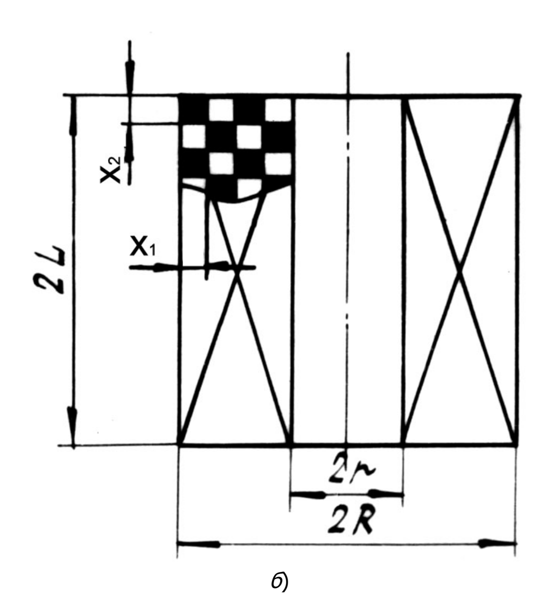
Исследование возможности практического использования технологии ТОМП проводилось на дисковых прорезных фрезах из стали Р6М5, испытывающих при термообработке значительное коробление.

При выборе характера и напряженности магнитного поля для проведения исследований руководствовались, прежде всего, интересами производства, а именно возможностью использования такого поля в промышленных установках для ТОМП. В связи с этим в работе показана возможность и область использования постоянного магнитного поля напряженностью до 2,4 МА/м (30000 Э), которое легко может быть реализовано в установках промышленного типа. Влияние стационарного магнитного поля на превращения при закалке очень быстро возрастает с увеличением напряженности магнитного поля [1-5]. Поэтому эффективнее всего проводить закалку при напряженности магнитного поля, существенно превышающей величину поля магнитного насыщения сплава. В связи с этим в основу определения параметров электромагнита и его конструктивного решения, исключающего большие потери на рассеивание магнитного потока, было положено возбуждение поля напряженностью порядка 1600 кА/м (20000 Э), которое необходимо, чтобы преодолеть размагничивающий фактор мелких ферромагнитных частиц (мартенсита).

Результаты эксперимента и их обсуждение. Для термической обработки в магнитном поле образцов и деталей кольцевой формы конструкция электромагнита с полюсными наконечниками малопригодна, так как не обеспечивает равномерного распределения магнитного потока по периметру детали. Кроме того, при реализации любой схемы намагничивания кольцевой детали в зазоре между полюсами не учитывается внешний размагничивающий фактор. По этой причине использовался коаксиальный магнит (рис.1, *а*), специально предназначенный для обработки кольцевых деталей с нагревом в печи или токами высокой частоты. Особенностью коаксиального электромагнита является то, что обрабатываемая деталь (кольцевой образец) является частью магнитопровода. В такой конструкции устраняется внешний размагничивающий фактор кольцевого образца, а магнитный поток распространяется в магнитном зазоре равномерно.

Для коаксиального варианта электромагнита можно считать, что величина магнитного потока в магнитопроводе и в зазоре одинаковы. Это позволяет рассчитать катушку электромагнита исходя из принятого значения напряженности магнитного поля.


а)



б)

Рис.1. Вид коаксиального электромагнита (*а*) и схема к расчёту его катушки (*б*)

В соответствии с рекомендациями работы [6], определены параметры катушки (рис.1, *б*) $(R\text{–}r)\cdot 2L,\ \alpha = \frac{R}{r},\ \beta = \frac{L}{r}$ и выбрано сечение провода. Расчётные параметры катушки приведены в табл.1, основные технические и эксплуатационные характеристики электромагнита – в табл.2.

Таблица 1

Расчётные параметры катушки

Параметр	Численное значение
Внешний радиус R, мм	162
Внутренний радиус r, мм	40
Длина $2L$, мм	230
Коэффициент α	4,02
Коэффициент β	3,12
Допускаемая плотность тока I, А/м^2	$3\cdot10^6$
Удельное сопротивление ρ, Ом·см	$1{,}75\cdot10^{-6}$
Число витков N	1000
Коэффициент заполнения λ	0,83
Коэффициент поля F	3,05
Коэффициент Фабри G	0,17
Вес Q, Н	1250

Таблица 2

Характеристики коаксиального электромагнита

Характеристика	Численное значение
Марка провода	ПСД
Сечение провода, мм^2	Шина 5,9×2,4
Сопротивление катушки, Ом	1
Рабочий ток, А	30
Номинальное число ампервитков, А·вит	30000
Напряженность магнитного поля в радиальном зазоре 2÷5 мм, кА/м	Не менее 1600
Потребляемая мощность при номинальном токе, Вт	1800

По приведенным ниже формулам определены количество витков N, коэффициент заполнения медью λ, сопротивление катушки R', коэффициент поля $F(\alpha, \beta)$, коэффициент Фабри $G(\alpha, \beta)$.

$$N = \frac{R - r}{x_1} \cdot \frac{2L}{x_2} \quad , \tag{1}$$

$$\lambda = \frac{f_м}{f_{п.з.}} \quad , \tag{2}$$

где $f_м$ – сечение провода; $f_{п.з.}$ – сечения витка с учётом изоляции и межвитковых промежутков.

$$R = \frac{Q \cdot N \cdot D}{f_м} \quad , \tag{3}$$

где Q – вес катушки; D – средний диаметр катушки.

$$F(\alpha, \beta) = 0{,}4\pi\beta \cdot \ln \frac{\alpha + \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}{1 - \sqrt{1 + \beta^2}} \quad , \tag{4}$$

$$G(\alpha, \beta) = 0{,}2\sqrt{\frac{2\pi\beta}{\alpha^2 - 1}} \cdot \ln \frac{\alpha + \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}{1 - \sqrt{1 + \beta^2}} \, , \tag{5}$$

$$H_0 = \frac{F(\alpha, \beta)}{2r\beta(\alpha - 1)} \cdot N \cdot J \, , \tag{6}$$

где I – сила тока в обмотке.

$$H_0 = G(\alpha, \beta)\sqrt{\frac{\lambda}{\rho \cdot r}} \cdot \sqrt{W}, \quad (7)$$

где ρ – удельное сопротивление; W – мощность.

Напряженность магнитного поля была измерена прибором ИМИ-3 в радиальном зазоре 2 и 5 мм. При этом в качестве замыкающего звена магнитопровода устанавливался диск из стали 45 соответствующего диаметра. Результаты измерения напряженности приведены в табл.3.

Таблица 3

Напряженность магнитного поля и мощность электромагнита

J, А	$N \cdot J$, кА·вит	Параметр H_0, к·А/м в зазоре l_0		W, кВт
		2 мм	5 мм	
10	10	800	720	0,45
20	20	1400	1250	1,1
30	30	1800	1600	1,8
40	40	1950	1740	2,6

В качестве источника питания коаксиального электромагнита применялся выпрямитель, состоящий из двух блоков – силового и управления, – собранных на самостоятельных шасси. Питание выпрямителя осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В. Конструктивно силовой блок и блок управления выпрямителя собраны в одном корпусе, на лицевой панели которого (рис.2) размещены органы управления и приборы для контроля режима работы.

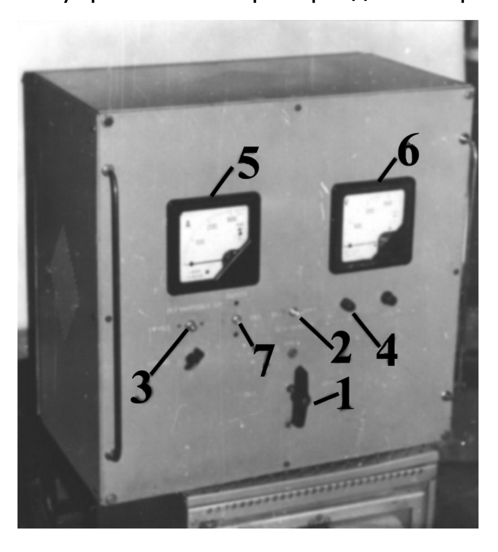


Рис.2. Общий вид выпрямителя: 1 – рукоятка пакетного переключателя; 2 – тумблер подачи напряжения на электромагнит; 3 – потенциометры регулирования тока в цепи; 4 – предохранитель; 5 – амперметр контроля постоянного тока; 6 – вольтметр контроля постоянного напряжения; 7 – тумблер включения вентилятора для охлаждения диодов

Выпрямитель настроен для создания магнитного поля в зазоре между обрабатываемым инструментом и сменным кольцом магнитопровода порядка 1600 кА/м. Однако в случае необходимости изменения режима работы по напряженности поля предусмотрено регулирование тока в обмотке электромагнита, осуществляемое потенциометрами, шпиндели которых находятся под лицевой панелью корпуса.

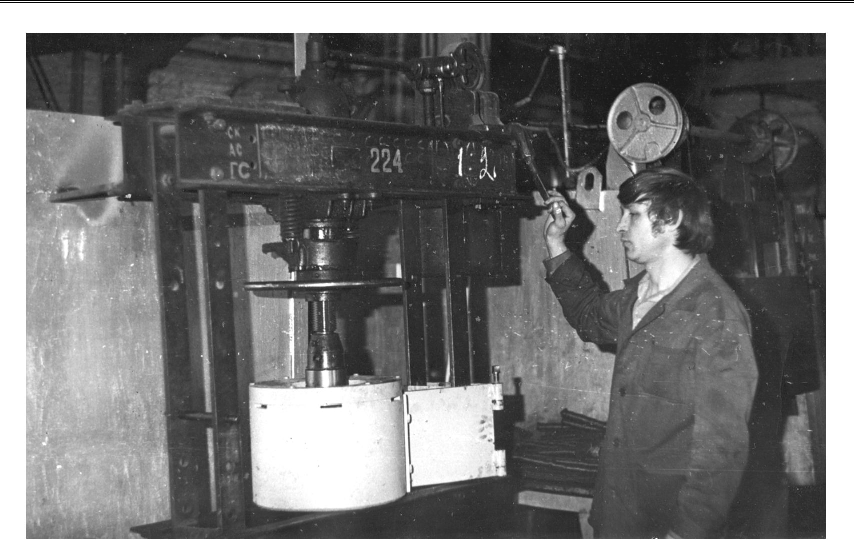


Рис.3. Установка коаксиального электромагнита
на траверсе пресса для закалки с заневоливанием

При термической обработке в магнитном поле тонкостенных кольцевых деталей возможно коробление их периферийной части во время закалочного охлаждения, обусловленное наличием между нижней поверхностью обрабатываемой детали и поверхностью оправки магнитного потока рассеяния. Последний приводит к созданию электромагнитной силы, осевая составляющая которой оказывает воздействие на периферийную часть кольцевой детали, вызывая ее коробление. Поэтому для закалки в магнитном поле тонкостенных деталей требуется её заневоливание в прессе (рис.3). Этот вариант обработки был реализован на заводе «Аксайкардандеталь». Для того чтобы исключить коробление детали и обойтись без использования пресса, был создан коаксиальный электромагнит, выполненный из двух частей, образующих при смыкании камеру, в месте разъема которой размещен полюсный наконечник (рис.4, *а*). В результате магнитный поток симметрично проходит через деталь (рис.4, *б*), что исключает её коробление из-за действия магнитного поля и кроме того, деталь оказывается заневоленной непосредственно в магнитном поле.

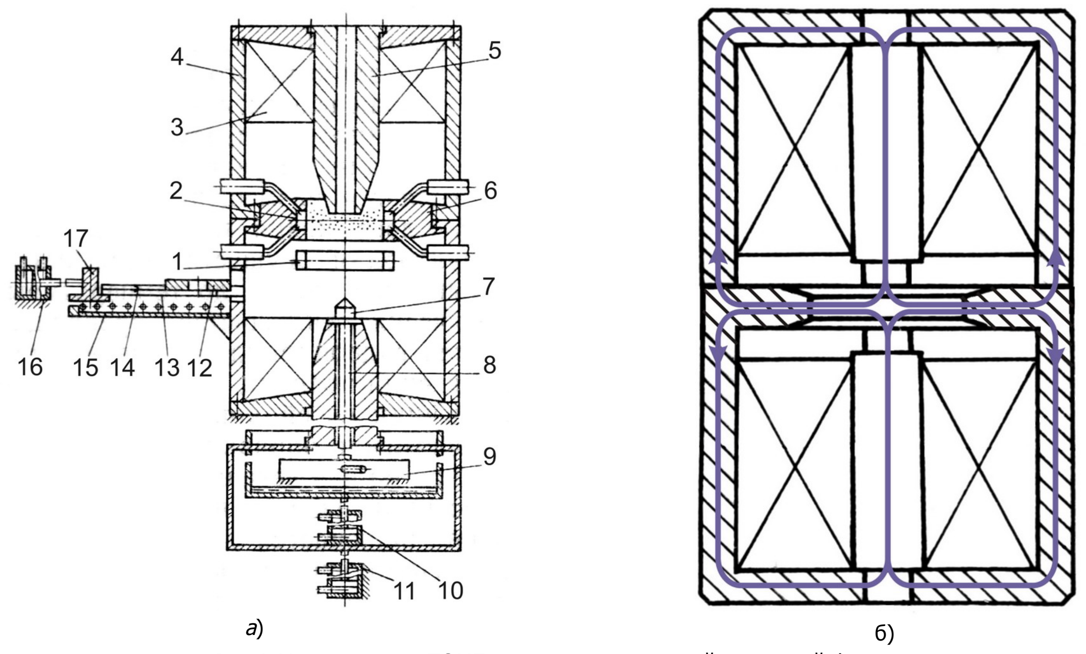


Рис.4. Установка для ТОМП тонкостенных деталей кольцевой формы
при индукционном нагреве (*а*) и схема магнитного потока, проходящего через деталь (*б*)

Установка для ТОМП тонкостенных кольцевых деталей содержит индуктор 1, полюсный наконечник 6 со спреером 2, разъемный электромагнит с обмотками 3, магнитопровод которого состоит из двух П-образных частей 4, сердечники 5, оправку 7 с механизмом вращения, бак для слива закалочной жидкости, загрузочный и транспортирующий механизмы. Загрузочный механизм состоит из раздвижных планок 1, соединенных пружиной 14, направляющих 15, гидроцилиндра 16, предназначенного для перемещения детали с позиции загрузки на подготовительную, и крышки 17 нижней части магнитопровода.

Транспортирующий механизм выполнен в виде двух последовательно соединенных гидроцилиндров 10 и 11, предназначенных для перемещения детали 12 с подготовительной позиции на позицию нагрева и с позиции нагрева на позицию закалочного охлаждения в магнитном поле. Корпус гидроцилиндра 11 жестко связан с фундаментом, а его шток — с гидроцилиндром 10 и рамой. Последняя, в свою очередь, соединена с нижним сердечником, а шток гидроцилиндра 10 — с баком для слива закалочной жидкости. Механизм вращения представляет собой закрепленную водяную турбинку 9 с валом 8 из немагнитного материала, на котором расположена оправка 7.

После установки детали 12 на раздвижные, соединенные пружиной 14 планки 13 загрузочного механизма включается гидроцилиндр 16, и начинается цикл обработки. Движение штока гидроцилиндра 16 приводит к перемещению детали с позиции загрузки на подготовительную позицию, в зазор между сердечниками электромагнита. По окончании движения штока гидроцилиндра 16, в результате которого деталь оказывается расположенной на одной оси с вращающимся валом 5 водяной турбинки 9, включается гидроцилиндр 10, перемещающий вал 5 с оправкой 7 в направлении позиции нагрева, к индуктору. В результате этого деталь оказывается размещенной на посадочной поверхности оправки. После достижения деталью позиции нагрева включается питание индуктора и осуществляется нагрев периферийной части обрабатываемой детали до температуры закалки. Затем нагрев автоматически отключается, прекращается вращение детали, включается гидроцилиндр 11, перемещающий нижний сердечник в направлении позиции охлаждения, к спрееру. В процессе движения сердечник своей конической поверхностью раздвигает планки 13 и, достигнув оправки 8, перемещает последнюю вместе с установленной на ней деталью и другими соединенными с ней элементами с позиции нагрева на позицию охлаждения. Здесь включается магнитное поле, а затем и спреерное охлаждение. По окончании цикла ТОМП производится выключение спреера, питания электромагнита, возвращение с помощью гидроцилиндров 10 и 11 обработанной детали на подготовительную позицию, а с помощью гидроцилиндра 16 – в исходное положение.

Разработанная установка позволяет проводить не только двухпозиционную (нагрев детали на одной позиции – в индукторе, охлаждение в поле на другой – в спреере), но и однопозиционную обработку (магнитную или обычную закалку с магнитным или обычным электро- или самоотпуском). В этом случае индукторно-спреерное устройство помещается в зазор коаксиального электромагнита и все процессы термической обработки осуществляются на одной позиции. Целесообразность использования на практике однопозиционной термической обработки обусловлена воздействием магнитного поля на фазовые превращения при закалке и отпуске, а также возможностью целенаправленного изменения с помощью магнитного поля глубины проникновения индукционного тока.

Реализация такой схемы термической обработки дисковых фрез позволила устранить коробление, обеспечить благоприятное соотношение механических свойств, повысить сопротивление усталости, уменьшить трудоемкость изготовления благодаря резкому сокращению затрат на операции правки. Возможности термической обработки в магнитном поле обусловлены тем, что микрообъемы аустенита с ближним спиновым порядком, воспринимая энергию внешнего магнитного поля через магнитострикционные напряжения, в условиях сверхпластичного аустенита, изменяют поля упругих сил в микрообъемах атомной решетки матрицы и этим способствуют сниже-

нию энергетического барьера для образования зародышевого центра критического размера выше температуры $М_н$ [5]. Структурные напряжения являются результатом фазового наклёпа при мартенситном превращении из-за разницы удельных объёмов ΔV мартенсита и аустенита, причём $\Delta V = V_M - V_A > 0$. Релаксация этих напряжений при закалке в магнитном поле осуществляется как по бездиффузионному механизму за счёт сдвиговой деформации сверхпластичного аустенита, так и по диффузионному механизму в результате реализации первых стадий распада мартенсита напряжения, кристаллы которого образуются выше $М_н$ и испытывают распад «in statu nascendi». Кроме этого релаксации способствуют ориентированность структуры мартенсита после закалки в поле [7] и повышение дисперсности кристаллов.

Установка для закалки в магнитном поле изделий дисковой формы прошла промышленную апробацию в ЗАО «РЗ СИТО». Установка применялась для термической обработки дисковых фрез из стали Р6М5 диаметром до 280 мм и представляла собой двойной коаксиальный электромагнит для возбуждения постоянного магнитного поля напряженностью 1600 кА/м. Воздействие магнитным полем в температурном интервале сверхпластичности стали в процессе образования мартенсита напряжения и охлаждения позволяло производить бездеформационную закалку изделий за счёт «внутренней» правки [8] изделия и снижения уровня структурных напряжений по причине распада мартенсита в период закалочного охлаждения.

В результате было установлено, что указанное мероприятие экономически целесообразно, так как применение магнитной закалки исключает необходимость закалки под прессом, повышает эксплуатационную стойкость фрез в 1,6-1,8 раза и сокращает расход фрезы на 1000 обработанных деталей с 0,12 до 0,081 штук.

Выводы. Созданы технологические основы метода бездеформационной упрочняющей термической обработки в магнитном поле деталей кольцевой формы. Возможность такой обработки возникает благодаря тому, что в температурном интервале $М_н - М_д$, когда аустенит становится сверхпластичным, под действием магнитного поля происходит образование мартенсита напряжения в нанообъемах аустенита с ферромагнитным упорядочением. При этом возникает структурная картина, обеспечивающая релаксацию напряжений превращения за счёт повышения дисперсности кристаллов мартенсита, направленности их вдоль вектора магнитного потока и распада твёрдого раствора «in statu nascendi», кроме того, происходит макромасштабное «заневоливание» детали под действием магнитного поля. Использование установки для термической обработки в магнитном поле позволяет улучшить структурное состояние тонкостенных деталей кольцевой формы в связи с интенсификацией развития мартенситного превращения, исключить появление коробления на всех этапах термической обработки и тем самым устранить необходимость использования пресса или проведения последующей операции рихтовки.

Библиографический список

1. Пустовойт В.Н. Физические и технологические основы термической обработки в магнитном поле: автореф. ... д-ра техн. наук / В.Н. Пустовойт. – Минск: ФТИ АН БССР, 1980. – 40 с.

2. Бернштейн М.Л. Термическая обработка стальных изделий в магнитном поле / М.Л. Бернштейн, В.Н. Пустовойт. – М.: Машиностроение, 1987. – 256 с.

3. Пустовойт В.Н. Термодинамика, механизм и кинетика фазовых переходов в стали в условиях действия внешнего магнитного поля / В.Н. Пустовойт // Вестн. Донс. гос. техн. ун-та. – 2005. – Т.5. – №3. – С.427-447.

4. Пустовойт В.Н. Исследование механизма образования зародышей мартенсита при закалке в магнитном поле / В.Н. Пустовойт, Ю.В. Долгачёв // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2007. – №3. – С.4-7.

5. Пустовойт В.Н. Особенности протекания мартенситного превращения в стали при закалке в постоянном магнитном поле / В.Н. Пустовойт, Ю.В. Долгачёв // Вестн. Донс. гос. техн. ун-та. – 2007. – Т.7. – №4. – С.459-465.

6. Монтгомери Д.В. Получение сильных магнитных полей с помощью соленоидов / Д.В. Монтгомери. – М.: Мир, 1971. – 159 с.

7. Неустойчивость кристаллической решетки перед мартенситным превращением и влияние внешнего магнитного поля в этих условиях / В.Н. Пустовойт [и др.] // Вестн. Донс. гос. техн. ун-та. – 2009. – Т. 9. – №2. – С.238-248.

8. Сверхпластичность стали в температурном интервале $М_д$ – $М_н$ как стимул для «внутренней» магнитной правки / В.Н. Пустовойт [и др.] // Изв. вузов. Сев.-Кавказ. регион. Техн. науки – 2006. – №6. – С.42-46.

Материал поступил в редакцию 01.04.2011.

References

1. Pustovojt V.N. Fizicheskie i texnologicheskie osnovy` termicheskoj obrabotki v magnitnom pole: avtoref. ... d-ra texn. nauk / V.N. Pustovojt. – Minsk: FTI AN BSSR, 1980. – 40 s. – In Russian.

2. Bernshtejn M.L. Termicheskaya obrabotka stal`ny`x izdelij v magnitnom pole / M.L. Bernshtejn, V.N. Pustovojt. – M.: Mashinostroenie, 1987. – 256 s. – In Russian.

3. Pustovojt V.N. Termodinamika, mexanizm i kinetika fazovy`x perexodov v stali v usloviyax dejstviya vneshnego magnitnogo polya / V.N. Pustovojt // Vestn. Dons. gos. texn. un-ta. – 2005. – T.5. – #3. – S.427-447. – In Russian.

4. Pustovojt V.N. Issledovanie mexanizma obrazovaniya zarody`shej martensita pri zakalke v magnitnom pole / V.N. Pustovojt, Yu.V. Dolgachyov // Uprochnyayushhie texnologii i pokry`tiya. – 2007. – #3. – S.4-7. – In Russian.

5. Pustovojt V.N. Osobennosti protekaniya martensitnogo prevrashheniya v stali pri zakalke v postoyannom magnitnom pole / V.N. Pustovojt, Yu.V. Dolgachyov // Vestn. Dons. gos. texn. un-ta. – 2007. – T.7. – #4. – S.459-465. – In Russian.

6. Montgomeri D.V. Poluchenie sil`ny`x magnitny`x polej s pomoshh`yu solenoidov / D.V. Montgomeri. – M.: Mir, 1971. – 159 s. – In Russian.

7. Neustojchivost` kristallicheskoj reshyotki pered martensitny`m prevrashheniem i vliyanie vneshnego magnitnogo polya v e`tix usloviyax / V.N. Pustovojt [i dr.] // Vestn. Dons. gos. texn. un-ta. – 2009. – T. 9. – #2. – S.238-248. – In Russian.

8. Sverxplastichnost` stali v temperaturnom intervale M_d – M_n kak stimul dlya «vnutrennej» magnitnoj pravki / V.N. Pustovojt [i dr.] // Izv. vuzov. Sev.-Kavkaz. region. Texn. nauki. – 2006. – #6. – S.42-46. – In Russian.

UNSTRAIN TEMPERING TECHNOLOGY IN MAGNET SPACE OF THIN-WALLED RING ITEMS

V.N. PUSTOVOIT, Y.V. DOLGACHEV
(Don State Technical University)

The availability of the external magnetic field for the simultaneous embodiment of hardening reserves and strain elimination of thin-walled ring items at the expense of the magnetic field initiating effect on the martensitic transformation within the range of superplasticity is considered.
Keywords*: steel thermal treatment, magnetic field, thin-walled items, hardening strain, hardening, stress-assisted martensite, superplasticity.*

УДК 621.825.54

ДИНАМИКА ПРОЦЕССА СРАБАТЫВАНИЯ АДАПТИВНОЙ ФРИКЦИОННОЙ МУФТЫ С ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫМИ ПАРАМИ ТРЕНИЯ

А.Е. ФОКИН, М.Д. ГАВРИЛЕНКО, М.П. ШИШКАРЕВ
(Донской государственный технический университет)

Решена задача по определению условия устойчивости стационарного режима автоколебаний привода на основе анализа процесса срабатывания многодисковой адаптивной фрикционной муфты конструкции Н.Д. Вернера, фрикционная группа которой состоит из дисков, выполненных из материалов с различными величинами коэффициента трения.
Ключевые слова: *адаптивная фрикционная муфта, обратная связь, коэффициент усиления, коэффициент трения.*

Введение. В процессе срабатывания адаптивной фрикционной муфты (АФМ) с дифференцированными парами трения при переходе от трения покоя к трению скольжения в системе возникают крутильные колебания. Как показали исследования [1], нерациональный выбор конструктивных параметров управляющего устройства (УУ) может привести к незатухающим колебаниям с возрастающей амплитудой, которая превышает предельный момент при срабатывании АФМ. Вследствие этого точность срабатывания муфты определяется с учетом фактического амплитудного значения вращающего момента, соответствующего выключению привода, и становится меньше расчетной точности срабатывания.

Если применить в составе АФМ с дифференцированными парами трения различные сочетания материалов для ведущих и для ведомых пар трения, то можно предположить влияние ведомой фрикционной группы на величину распорной силы и, в конечном счете, на характер и амплитуду вынужденных колебаний.

В соответствии с этим задачей исследования является нахождение условия устойчивости стационарного режима колебаний, при котором амплитуда возникающих крутильных колебаний не превышает вращающий момент при срабатывании муфты.

Решение задачи. Для исследования процесса работы АФМ с дифференцированными парами трения в составе привода машины рассмотрим ее принципиальную схему (рис.1).

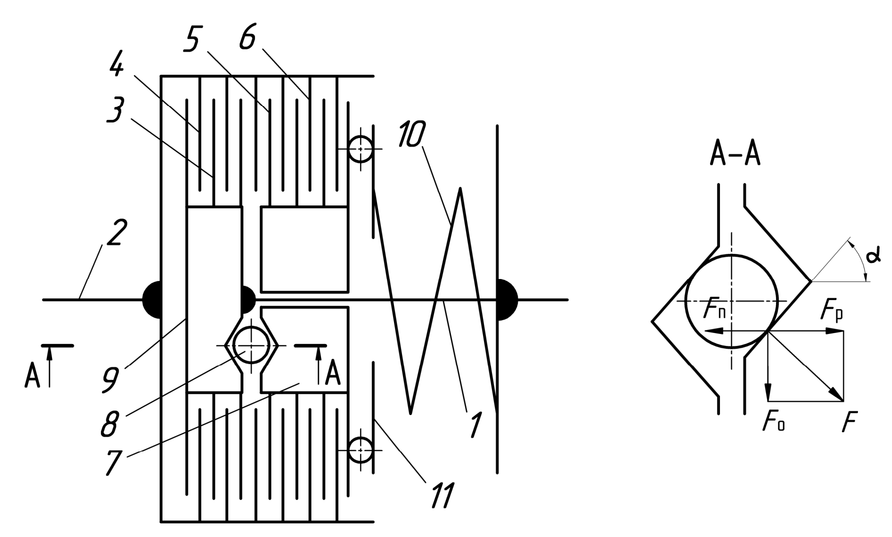


Рис.1. Принципиальная схема АФМ с дифференцированными парами трения

Полумуфты 1 и 2 связаны между собой пакетом фрикционных дисков 3-6. Диски 5 соединены со ступицей нажимного диска 7 и имеют возможность перемещения относительно него в осевом направлении. Нажимной диск лишен кинематической связи с полумуфтой 1 в окружном направлении. Диски 4 и 6 соединены аналогично с барабаном полумуфты 2.

Управляющее устройство обратной связи состоит из тел качения 8, которые размещены в гнездах переменной глубины, выполненных в нажимном диске 7 и в упорном диске 9, жестко закрепленном на ступице полумуфты 1 (рис.1, сечение А-А).

Силовое замыкание пакета дисков 3-6 осуществляется нажимной пружиной 10, поставленной с предварительным натяжением. Сила отдачи пружины передается на нажимной диск посредством упорного подшипника 11, что уменьшает силу трения между пружиной и нажимным диском.

Первоначально крутящий момент, недостаточный для возбуждения задающего воздействия (распорной силы) в УУ, АФМ передает с помощью ведущей фрикционной группы 3-4 в режиме работы предохранительной фрикционной муфты нормальной точности срабатывания. При росте нагрузки упорный диск 9 и фрикционные диски 3 смещаются относительно нажимного диска 7 и фрикционных дисков 5 до тех пор, пока не произойдет заклинивание тел качения 8 между стенками гнезд. Вращающий момент начинает передавать ведомая фрикционная группа, в результате чего возникнет распорная сила F_P (см. рис.1, сечение А-А), которая ослабляет действие силы пружины 10 и регулирует момент трения между фрикционными дисками. Муфта работает в адаптивном режиме, т.е. с автоматическим регулированием силы прижатия друг к другу пар трения.

Пропорционально увеличению нагрузки и величины коэффициента трения растет распорная сила. Этот процесс протекает до тех пор, пока сила нормального давления между поверхностями трения станет недостаточной для возбуждения момента трения, и АФМ начнет буксовать.

Согласно поставленному условию, АФМ выполнена в многодисковом исполнении как ведущей фрикционной группы, представленной упорным диском 9 и фрикционными дисками 3 и 4, так и ведомой фрикционной группы, состоящей из нажимного диска 7 и фрикционных дисков 5 и 6. Пары трения ведущей и ведомой фрикционной группы выполнены из материалов с различными средними значениями коэффициентов трения и с различным характером их изменения при эксплуатации.

При близости периодов автоколебаний и собственных колебаний квазилинейной автоколебательной системы с одной степенью свободы возможно наступление явления синхронизации [2]. Считая систему линеаризованной, запишем дифференциальное уравнение задачи:

$$\ddot{\phi} + k^2\phi = f\left(\phi, \ddot{\phi}\right) - \varepsilon\omega^2\phi + \frac{T_a}{J}\sin\omega t, \qquad (1)$$

где ω – частота колебаний; $f\left(\phi, \ddot{\phi}\right)$ – функция, состоящая из относительно малых нелинейных членов.

При буксовании в муфте действуют диссипативные силы трения, направленные противоположно вектору соответствующей скорости и способствующие демпфированию колебаний (силы линейного трения):

$$F\left(\dot{\phi}\right) = -c_{экв}\dot{\phi},$$

где $c_{экв}$ – эквивалентное значение коэффициента вязкого демпфирования.

Коэффициент расстройки системы определяется по соотношению

$$\varepsilon = \frac{k^2}{\omega^2} - 1, \qquad (2)$$

т.е. $k^2 = \omega^2(1+\varepsilon)$.

В соответствии с принятым условием считаем, что значение ε мало по сравнению с единицей.

Учитывая соотношение (2), перепишем уравнение (1) в виде:

$$\ddot{\phi}+\omega^2\phi=f\left(\phi,\dot{\phi}\right)-\varepsilon\omega^2\phi+\frac{T_a}{J}\sin\omega t\,. \qquad (3)$$

Используя основную идею метода медленно изменяющихся амплитуд [3], будем искать решение уравнения (3) в виде

$$\phi=A\cos\left(\omega t-\nu\right), \qquad (4)$$

где A и ν – функции времени (A – амплитуда, ν – фаза автоколебаний).

Подставив решение (4) в уравнение (3), получим уравнение с двумя неизвестными функциями A и ν. Воспользовавшись при замене одной функции φ двумя неизвестными функциями A и ν соотношением Ван дер Поля

$$\dot{A}\cos\left(\omega t-\nu\right)+A\dot{\nu}\sin\left(\omega t-\nu\right)=0\,,$$

придем к соотношению

$$\dot{A}=-\frac{1}{\omega}f\left[A\cos\left(\omega t-\nu\right)-A\omega\sin\left(\omega t-\nu\right)\right]\sin\left(\omega t-\nu\right)+\varepsilon\omega A\sin\left(\omega t-\nu\right)\cos\left(\omega t-\nu\right)+$$

$$+\varepsilon\omega A\sin\left(\omega t-\nu\right)\cos\left(\omega t-\nu\right)-\frac{T_a}{J\omega}\sin\omega t\sin\left(\omega t-\nu\right).$$

Считая рассматриваемую систему близкой к линейной, полагаем, что переменные A и ν не получают заметных приращений за один цикл $2\pi/k$, т.е. A и ν постоянны в течение одного цикла. Тогда можно записать

$$\dot{A}=\frac{1}{2\pi k}\int_0^{2\pi}\dot{A}d\nu\,,$$

после чего укороченное уравнение Ван дер Поля принимает вид:

$$\dot{A}=\frac{\Phi\left(A\right)}{2\pi\omega}-\frac{T_a\cos\nu}{2J\omega}\,, \qquad (5)$$

где

$$\Phi\left(A\right)=-\int_0^{2\pi}f\left(A\cos\theta-Ak\sin\theta\right)\sin\theta d\theta\,,\ \theta=\omega t-\nu\,. \qquad (6)$$

В АФМ существует «отрицательное» трение, т. е. момент трения скольжения, составляющая сила которого совпадает в определенные моменты времени по направлению со скоростью [4]. Этот силовой фактор оказывает дестабилизирующее действие и способствует «раскачке» колебаний. На основании этого запишем:

$$f\left(\phi,\dot{\phi}\right)=-\frac{c_{экв}\phi}{J}-\frac{T_a}{J}sign\dot{\phi}\,. \qquad (7)$$

Учитывая решение (4), преобразуем уравнение (7):

$$f\left(A\cos\theta-Ak\sin\theta\right)=\frac{Akc_{экв}}{J}\sin\theta+\frac{T_a}{J}sign\left(-\sin\theta\right),$$

или

$$f\left(A\cos\theta-Ak\sin\theta\right)=\begin{cases}\dfrac{Akc_{экв}}{J}\sin\theta-\dfrac{T_a}{J},\ при\ 0<\theta<\pi,\\ \dfrac{Akc_{экв}}{J}\sin\theta+\dfrac{T_a}{J},\ при\ \pi<\theta<2\pi.\end{cases}$$

Согласно равенству (6) получим:

$$\Phi\left(A\right)=-\left[\int_0^{\pi}\left(\frac{Akc_{экв}}{J}\sin\theta-\frac{T_a}{J}\right)\sin\theta d\theta+\int_0^{2\pi}\left(\frac{Akc_{экв}}{J}\sin\theta+\frac{T_a}{J}\right)\sin\theta d\theta\right]=-\frac{\pi Akc_{экв}}{J}+\frac{4T_a}{J}\,. \qquad (8)$$

Для определения коэффициента $c_{экв}$ найдем рассеиваемую за один цикл работу демпфирующего момента, считая его постоянным в течение цикла и воспользовавшись решением (4), получим:

$$U_c = \int_0^{2\pi} c_1 \dot{\phi}\dot{\phi} dt = c_1 A^2 \omega^2 \int_0^{2\pi} \sin^2(\omega t - \nu) dt,$$

что после интегрирования дает [5]:

$$U_c = \pi c_1 A^2 \omega, \quad (9)$$

где c_1 – постоянная демпфирования.

Приняв в качестве механизма демпфирования кулоновское трение [3], найдем работу момента трения, рассеиваемую за один цикл [5]:

$$U_{тр} = 4T_c \phi_{\max} = 4T_c A, \quad (10)$$

где $T_с$ – демпфирующий момент (момент трения скольжения); $\varphi_{\max}$ – максимальный угол закручивания упругой связи между АФМ и рабочим органом машины, приведенный к ведомой части АФМ.

Приравняв правые части соотношений (9) и (10), получим:

$$c_{экв} = \frac{4T_c}{\pi A\omega}. \quad (11)$$

Для определения начальной фазы колебаний (t=0, где t – время) запишем решение (4) в виде:

$$\phi_0 = A\cos\nu, \quad (12)$$

где φ_0 – угол закручивания упругой связи между АФМ и рабочим органом машины, приведенный к ведомой части муфты и соответствующий началу буксования

$$\phi_0 = \frac{T}{c}, \quad (13)$$

где c – приведенная к ведомым частям АФМ угловая жесткость упругой связи, расположенной между рабочим органом и муфтой.

Амплитуда угла закручивания упругой связи определяется как

$$A = \phi_{\max} = \frac{T_c}{c}. \quad (14)$$

Подставив правые части соотношений (13) и (14) в равенство (12), найдем:

$$\cos\nu = \frac{T_n}{T_a}. \quad (15)$$

Используя результаты соотношений (8), (11) и (15) в уравнении (5), получаем:

$$\dot{A} = \frac{4(T_a - T_c)}{2\pi J\omega} - \frac{T_n}{2J\omega}. \quad (16)$$

Для определения величин моментов $T_п$ и $T_с$ рассмотрим начальный период срабатывания АФМ, которому предшествует нарастание нагрузки до величины, зависящей от сил сопротивления на ведомых частях привода и фактического значения коэффициента трения [6].

Предельный вращающий момент T, передаваемый муфтой до начала буксования, определяется по формуле:

$$T_п = (F_п - F_р)(z_1 f_{1п} + z_2 f_{2п}) R_{ср}, \quad (17)$$

где $F_п$ – сила натяжения пружины; $R_{ср}$ – средний радиус поверхностей трения фрикционных дисков; $F_р$ – управляющее воздействие УУ; $f_{п1}$ – средний коэффициент трения покоя между парами ведущей фрикционной группы; $f_{п2}$ – средний коэффициент трения покоя между парами ведомой фрикционной группы; z_1 – число пар трения ведущей фрикционной группы; z_2 – число пар трения ведомой фрикционной группы.

Пары трения ведущей и ведомой фрикционных групп выполнены из материалов с различными триботехническими характеристиками, поэтому величина распорной силы

$$F_{\text{р}} = F_{\text{п}} \frac{z_2 f_{\text{п}2} C}{1 + C z_2 f_{\text{п}2}}, \tag{18}$$

Здесь C – коэффициент усиления (КУ) обратной связи

$$C = \frac{R_{\text{ср}}}{r} tg\alpha,$$

r – радиус окружности, на которой расположены тела качения; α – угол наклона стенок гнезд переменной глубины.

С учетом формулы (18) выражение (17) примет вид:

$$T_{\text{п}} = F_{\text{п}} R_{\text{ср}} \frac{z_1 f_{\text{п}1} + z_2 f_{\text{п}2}}{1 + C z_2 f_{\text{п}2}}. \tag{19}$$

Так как переход из состояния покоя в состояния движения при буксовании носит скачкообразный характер [3], то распорная сила $F_{\text{р}}$ не успевает отреагировать на это изменение и продолжает по величине соответствовать моменту $T_{\text{п}}$. Согласно закону сохранения количества движения, в данный момент времени перемещение отсутствует, а скорость принимает конечное значение [2]. В связи с этим начальный момент сил трения скольжения определяется по формуле:

$$T_{\text{с}} = F_{\text{п}} R_{\text{ср}} \frac{z_1 n_1 f_{\text{п}1} + z_2 n_2 f_{\text{п}2}}{1 + C z_2 f_{\text{п}2}}, \tag{20}$$

где n_1 и n_2 – коэффициенты, характеризующие отношение величин коэффициентов трения покоя $f_{\text{п}}$ к трению скольжения $f_{\text{с}}$ соответственно в ведущей и ведомой фрикционной группе:

$$n_1 = \frac{f_{1\text{с}}}{f_{1\text{п}}}, \quad n_2 = \frac{f_{2\text{с}}}{f_{2\text{п}}}.$$

Распорную силу, возбуждаемую моментом $T_{\text{с}}$, можно определить по формуле:

$$F_{1\text{р}} = \frac{T_2}{r} tg\alpha. \tag{21}$$

Здесь T_2 – момент ведомой ГФ во время буксования:

$$T_2 = F_{\text{п}} R_{\text{ср}} \frac{z_2 n_2 f_{\text{п}2}}{1 + C z_2 f_{\text{п}2}}, \tag{22}$$

T_2 – момент ведущей ГФ во время буксования.

Подставив в (21) выражение (22), получим

$$F_{1\text{р}} = F_{\text{п}} C \frac{z_2 n_2 f_{\text{п}2}}{\left(1 + C z_2 f_{\text{п}2}\right)}. \tag{23}$$

Сравним правые части соотношений (18) и (23). Так как $n_2<1$, то $F_{1\text{р}}<F_{\text{р}}$. Вследствие этого момент трения скольжения увеличивается до первого амплитудного значения $T_{\text{а}}$, равного

$$T_{\text{а}} = \left(F_{\text{п}} - F_{1\text{р}}\right)\left(z_1 n_1 f_{\text{п}1} + z_2 n_2 f_{\text{п}2}\right) R_{\text{ср}}. \tag{24}$$

Подставив правую часть соотношения (23) в выражение (24), получим:

$$T_{\text{а}} = F_{\text{п}} R_{\text{ср}} \left(z_1 n_1 f_{\text{п}1} + z_2 n_2 f_{\text{п}2}\right) \frac{1 + C z_2 f_{\text{п}2}\left(1 - n_2\right)}{1 + C z_2 f_{\text{п}2}}. \tag{25}$$

Условие устойчивости стационарного режима автоколебаний имеет вид $\dot{A} < 0$, поэтому после подстановки в соотношение (16) значений $T_{\text{п}}$, $T_{\text{с}}$ и $T_{\text{а}}$ соответственно из формул (19), (20) и (25) запишем:

$$C < \frac{\pi\left(z_1 f_{\text{п}1} + z_2 f_{\text{п}2}\right)}{4 z_2 f_{\text{п}2}\left(z_1 n_1 f_{\text{п}1} + z_2 n_2 f_{\text{п}2}\right)\left(1 - n_2\right)}. \tag{26}$$

Если ведущая и ведомая ГФ выполнена из одного материала (базовый вариант АФМ с дифференцированными парами трения), то выражение (26) примет вид:

$$C < \frac{\pi}{4z_2 f_п n(1-n)} . \quad (27)$$

Неравенство (27) согласуется с результатом, полученным в работе [1].

Неравенство (26) отражает условие устойчивости стационарного режима колебаний в приводе при срабатывании АФМ. При несоблюдении этого условия вращающий момент муфты будет превышать предельный момент при срабатывании.

Для определения допустимого КУ при расчетах следует использовать максимальный коэффициент трения покоя $f_{п\max}$ и учитывать, что коэффициент *n* для разных фрикционных материалов, применяемых в АФМ, изменяется в пределах 0,65-0,8 [7].

На рис.2 приведены графики $C(n)$, построенные при $z_1=1$, $z_2=3$, $f_1=0,3$ и $f_2=0,4$. Для упрощения были приняты следующие условия изменения коэффициента *n* в ведущей и ведомой ГФ:

– $n_1=\text{var}$, $n_2=0,8$ (кривая 1);
– $n_1=\text{var}$, $n_2=0,735$ (кривая 2);
– $n_1=0,65$, $n_2=\text{var}$ (кривая 3);
– $n_1=n_2=\text{var}$ (кривая 4).

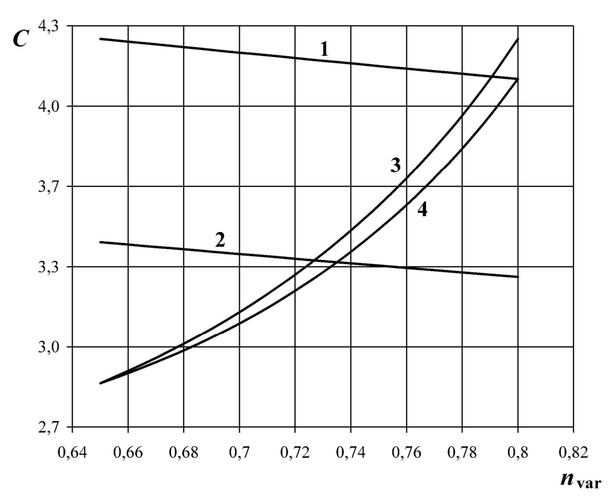


Рис. 2. Зависимость коэффициента усиления от n_{var}

Кривые 1, 3 (см. рис.2) показывают, что при $n_1<n_2$ функция (26) имеет тенденцию к увеличению *C* относительного базового варианта (кривая 4). Уменьшение интервала изменения n_1 относительно n_2, приводит к более жесткому ограничению величины коэффициента усиления (кривые 1 и 2). Это связано с тем, что при уменьшении коэффициента трения в ведущей ГФ, связанном с переходом от трения покоя к трению скольжения, увеличивается доля момента T_c, передаваемого ведомой ГФ в начальной стадии срабатывания АФМ. Изменение распорной силы $F_{1р}$, возбуждаемой этим моментом, уменьшится по отношению к номинальному значению $F_р$, что снижает размах колебаний вращающего момента. К такому же эффекту приведет увеличение n_2 (кривые 2, 3).

Заключение. Применение в конструкции АФМ с дифференцированными парами трения разных сочетаний материалов дает определенный положительный эффект с точки зрения стабильности величины вращающего момента при срабатывании и в процессе буксования муфты.

Результаты работы могут быть использованы в дальнейших исследованиях устойчивости движения привода с АФМ, а также при оптимизации параметров обратной связи при расчете и проектировании.

Библиографический список

1. Шишкарев М.П. Адаптивные фрикционные муфты. Исследование, конструкции и расчет / М.П. Шишкарев / РГАСХМ. – Ростов н/Д, 2002. – 228 с.
2. Пановко Я.Г. Введение в теорию механических колебаний : учеб. пособие для вузов / Я.Г. Пановко. – 3-е изд., перераб. – М.: Наука, 1991. – 256 с.
3. Костерин Ю.И. Механические автоколебания при сухом трении / Ю.И. Костерин. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 76 с.
4. Левитский Н.И. Курс теории механизмов и машин : учеб. пособие для мех. спец. вузов / Н.И. Левитский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1985. – 279 с.
5. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле : пер. с англ. / С.П. Тимошенко, Д.Х. Янг, У. Уивер ; под ред. Э.И. Григолюка. – М.: Машиностроение, 1985. – 472 с.
6. Шишкарев М.П. Анализ переходного периода адаптивных фрикционных контактов в условиях положительного прироста коэффициента трения / М.П. Шишкарев // Изв. вузов. Машиностроение. – 2000. – № 3. – С. 14–17.
7. Кухлинг Х. Справочник по физике: пер. с нем. / Х. Кухлинг. – М.: Мир, 1982. – 520 с.

Материал поступил в редакцию 10.05.2011.

References

1. Shishkaryov M.P. Adaptivny`e frikcionny`e mufty`. Issledovanie, konstrukcii i raschyot / M.P. Shishkaryov / RGASXM. – Rostov n/D, 2002. – 228 s. – In Russian.
2. Panovko Ya.G. Vvedenie v teoriyu mexanicheskix kolebanij : ucheb. posobie dlya vuzov / Ya.G. Panovko. – 3-e izd., pererab. – M.: Nauka, 1991. – 256 s. – In Russian.
3. Kosterin Yu.I. Mexanicheskie avtokolebaniya pri suxom trenii / Yu.I. Kosterin. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1960. – 76 s. – In Russian.
4. Levitskij N.I. Kurs teorii mexanizmov i mashin : ucheb. posobie dlya mex. specz. vuzov / N.I. Levitskij. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Vy`sshaya shkola, 1985. – 279 s. – In Russian.
5. Timoshenko S.P. Kolebaniya v inzhenernom dele : per. s angl. / S.P. Timoshenko, D.X. Yang, U. Uiver ; pod red. E`.I. Grigolyuka. – M.: Mashinostroenie, 1985. – 472 s. – In Russian.
6. Shishkaryov M.P. Analiz perexodnogo perioda adaptivny`x frikcionny`x kontaktov v usloviyax polozhitel`nogo prirosta koe`fficienta treniya / M.P. Shishkaryov // Izv. vuzov. Mashinostroenie. – 2000. – # 3. – S. 14–17. – In Russian.
7. Kuxling X. Spravochnik po fizike: per. s nem. / X. Kuxling. – M.: Mir, 1982. – 520 s. – In Russian.

OPERATION DYNAMICS OF ADAPTIVE FRICTIONAL CLUTCH WITH DIFFERENTIATED FRICTION COUPLES

A.E. FOKIN, M.D. GAVRILENKO, M.P. SHISHKAREV
(Don State Technical University)

The problem on the stipulation conditions for the stationary mode of the drive self-oscillation regime on the basis of the operation analysis of the multiplate adaptive frictional clutch of N. D. Verner's construction is solved. Its frictional group consists of the disks made from the materials with various friction factor magnitudes.
***Keywords**: adaptive frictional clutch, feedback, amplification constant, friction factor.*

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 316.346.2:004

ГЕНДЕРНЫЙ КОНФЛИКТ В КИБЕРПРОСТРАНСТВЕ

В.К. БАРАШЯН
(Ростовский государственный университет путей сообщения)

Рассматривается гендерный конфликт в киберпространстве, затрагиваются проблемы конструирования гендерных категорий в современном информационном обществе и в сфере информационно-коммуникационных технологий. Предпринимается попытка показать, как современное цифровое общество способствует искоренению гендерного неравенства.
Ключевые слова: *гендер, конструирование гендера, киберпространство, информационное общество, гендерные стереотипы, дискриминация, цифровое неравенство.*

Введение. Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) являются сегодня одной их наиболее действенных сил развития социального мира. Введенное Ф. Махлупом понятие «информационное общество» в современной философии стало концепцией нового общественного уклада, согласно которой равенство возможностей есть средство достижения новых, идеальных форм общественных отношений [1].

Целью данной статьи является попытка проанализировать гендерную ситуацию в современном цифровом социуме и показать, как информационное общество способствует решению социальных проблем посредством информационно-коммуникационных технологий.

Анализ гендерных отношений в области информационно-коммуникативных технологий. Гендерное неравенство, сложившееся во всех сферах нашего социума, присутствует как в киберпространстве, так и в сфере оказания информационных услуг. Почти шестьдесят лет назад право человека на информацию было включено в свод основных положений всеобщей декларации прав человека. Оно подразумевало равный доступ к информационным источникам всех социальных слоев и групп. С появлением новых ИКТ право на информацию дополнилось правом на доступ к ИКТ и возможностью овладения знаниями, умениями и навыками работы с новейшими информационными технологиями. Но обнаружились факторы, которые препятствуют распространению инфраструктуры ИКТ: компьютерная и общая неграмотность, недоступность информационных источников, традиционный образ жизни, бедность и другие социально-экономические условия, характеризующие страны и регионы мира. В 1996 г. ЮНЕСКО разработала программу «Женщины в средствах информации», которая была направлена на то, чтобы ликвидировать гендерное неравенство в области цифровых технологий. Однако сложившиеся социокультурные стереотипы и гендерные роли не позволяют женщинам участвовать в информационно-коммуникационном обществе наравне с мужчинами.

На 4-й Всемирной Пекинской конференции по проблемам женщин были приняты положения, которые послужили основой создания международной электронной сети женских организаций, которая значительно расширила возможности женщин [2]. Комиссия ООН по науке и технике (UNCSTD) отметила существующий гендерный разрыв во владении коммуникационными технологиями. В 2002 г. отдел ООН по вопросам профессионального роста женщин (DAWN) детально проанализировал сложившуюся гендерную ситуацию в киберпространстве в начале нового тысячелетия. В частности, отмечалось, что в сети интернета зафиксировано свыше 200 тысяч сайтов, посвященных гендерным проблемам. Интернет и ИКТ являются мощной инфраструктурой, насчитывающей свыше миллиарда пользователей, способной содействовать развитию культурных связей и расширению форм общения. Благодаря интернету женщины могут выйти за пределы соци-

ально-культурных ограничений, навязываемых им национальными общинами и государствами, создавая свои объединения, участвуя в форумах и т.д. Если в повседневной жизни женщина вынуждена адаптироваться к мужской культуре, принимая ее принципы, то в виртуальном пространстве она становится более активной и свободной.

Тем не менее, анализируя содержание существующих социальных сетей, можно заметить, что данная сфера выступает ретранслятором огромного количества гендерных стереотипов, имеющих явно выраженный женоненавистнический характер, а также используемых в целях эксплуатации женщин, в том числе криминальной. Документально подтверждено существование незаконной торговли женщинами через туристические сайты; информационные сайты с предложениями занятости (например, в качестве нянь, официанток, горничных в гостиницах и т.д.). В ответ на это женские организации высказались за внедрение устройств и программ, позволяющих выявлять источники подобной информации, и за применение жестких санкций к их владельцам. Такие права человека, как право на личную жизнь, неприкосновенность, безопасность являются важнейшими правовыми нормами, соблюдение которых важно для женщины не только в повседневной реальности, но и в сфере ИКТ, в частности, интернета.

Гендерное неравенство может носить столь глубокий характер, что проблема неравенства доступа мужчин и женщин к информационно-коммуникационным ресурсам не возникает в ряду первоочередных проблем. Так, по данным ЮНЕСКО, женщины составляют большую часть неграмотного населения мира. Поэтому основным направлением деятельности ЮНЕСКО с 2002 по 2007 гг. стало сокращение женской неграмотности и обеспечение базовых уровней образования [3].

На сложившуюся ситуацию гендерного неравенства оказывают влияние такие факторы, как возраст и наличие свободного времени. Возраст – значимый фактор, негативно влияющий на присутствие женщин в киберпространстве, поскольку в более старшем возрасте женщина испытывает трудности в овладении ИКТ. Кроме того, «технофобия» женщины – это результат господствующего мнения, что техника относится к мужской области знаний.

Под эгидой ЮНЕСКО во многих странах были проведены компаративные исследования объемов свободного времени женщин и мужчин, показавшие, что в целом независимо от страны проживания у мужчин гораздо больше времени, чем у обремененных домашним хозяйством женщин. Существуют и другие факторы, ограничивающие доступ женщин к информационной сфере (у женщин не всегда имеются средства на оплату коммуникационных услуг и др.). Однако для большинства женщин доступ на рынок труда ограничивается гендерной сегрегацией. Одной из актуальных проблем остается вопрос занятости женщин в современном киберпространстве. В то же время многие исследователи рынка ИКТ отмечают, что современные технологии способствуют трудовой занятости женщин, их профессиональному росту и формированию самостоятельности. Образованные и высококвалифицированные женщины, владеющие современными информационно-коммуникационными технологиями, составляют серьезную конкуренцию мужчинам на рынке труда. Данная ситуация объективно способствует росту мужской безработицы, снижению стоимости мужской рабочей силы.

Существующая гендерная сегрегация на растущем рынке информационных услуг выявляет факт дискриминации женщин. На первый взгляд, этот сектор экономической активности достаточно нов, что не позволяет говорить об историческом профиле гендерной дискриминации. Тем не менее, именно мужчины занимают высокооплачиваемые должности в министерствах, отвечающих за ИКТ, представительствах информационных компаний и в компаниях по созданию программного обеспечения, в то время как содержание спектра женской работы – низкооплачиваемая работа по вводу данных на уровне пользователя ПК (выписывание счетов, осуществление платежей и т.д.) или надомная работа через коммуникационные сети. Подобная работа не предполагает наличия серьезного образования, исключает карьерный рост, фиксированный трудовой договор и социальный пакет, что делает женщину незащищенной и уязвимой. Феминизированный

характер данного вида занятости подтверждает воспроизводство принципа гендерной сегрегации и в инновационных секторах экономики.

Для улучшения сложившейся ситуации в июле 2000 г. ПРООН, UNIFEM (фонд развития женщин ООН), МСЭ разработали и подписали Меморандум о сотрудничестве в сфере развития ИКТ с учетом гендерных категорий. В международных документах была признана необходимость ликвидировать женскую неграмотность в сфере ИКТ, открыв для них доступ к современным технологиям.

В последнее время наметилась тенденция включения гендерного анализа в содержание ИКТ проектов. По данным ЮНЕСКО, в 2003 г. в ряде стран (Канада, Швеция, ЮАР) был принят закон «О содействии повышению роли женщин и их профессиональному росту во всех сферах телекоммуникационной отрасли». В программах ЮНЕСКО выделены следующие приоритетные направления гендерной политики: доступ женщин к образованию, средствам массовой информации, формирование женского образа в СМИ; было признано, что женщины должны активно привлекаться к разработке, проектированию, производству и внедрению ИКТ. Ассоциация по развитию передовых средств коммуникации (APC) создала методику гендерной оценки (GEM) информационной среды, целью которой является достижение гендерного равноправия в сфере ИКТ посредством устранения женской неграмотности и вовлечения их в эту среду. К числу успешных проектов ЮНЕСКО принадлежит также проект «Женщины, работающие в сети», разработанный совместно с Обществом международного развития и призванный помочь женщинам-журналистам в освоении передовых издательских технологий, формирующих новое киберпространство, свободное от гендерных предубеждений.

При разработке гендерной политики и гендерных стратегий, а также различных программ ООН и таких организации, как ЮНЕСКО и Комиссия ООН по науке и технике для развития (UNCTAD), учитывают следующие факторы: расовую, классовую, этическую принадлежность женщин; исторические, политические и географические условия проживания женщин; принципы социальной справедливости; принципы гендерного равноправия; уровень экономического развития страны; социокультурные нормы и предписания; деятельность различных организаций в данной стране [4]. При этом ЮНЕСКО подчеркивает, что интересы индивида должны занимать центральное место во всех разрабатываемых концепциях. Не менее важна проблема социокультурного содержания киберпространства в условиях традиционного доминирования мужчин на всех уровнях: пользователей, проектировщиков, разработчиков программного обеспечения, руководителей на государственном уровне. Значимую роль здесь играют культурные нормы и традиции стран и народов.

Известно, что ни одна сфера общества не может быть гендерно нейтральной. Однако многими субъектами политической и управленческой деятельности игнорируется гендерная составляющая, которая не включается в государственную, экономическую, информационную сферы общественной жизни. Складывающееся сегодня киберпространство должно представлять собой институт, способный к преодолению гендерного неравенства в поликультурной среде.

Заключение. Гендерная система воспроизводится в сфере информационно-коммуникационных технологий, где сложилась противоречивая ситуация: с одной стороны, современные технологии открывают новые возможности для женской занятости, с другой стороны, неравномерное развитие инфраструктуры в сфере ИКТ и гендерное неравенство усиливают гендерную асимметрию и дискриминацию женщин в этой отрасли. Женщина, являясь лишь пользователем персонального компьютера, отстает в освоении современных технологий, вытесняется из этой сферы высококвалифицированными мужчинами, что увеличивает гендерный разрыв на рынке труда и гендерное неравенство в обществе. Вполне очевидно, что информационное общество не может решить социальные проблемы. Напротив, социальное неравенство усугубляется цифровым, и возникает новый тип гендерного неравенства на фоне уже существующих. Политическое преодоление данной практики является необходимым условием развития общества в глобальном масштабе.

Библиографический список

1. Эволюция теорий информационного общества. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://planetadisser.com/see/dis_115234.html (дата обращения: 30.03.2011).
2. Fourth World Conference on Women, Beijing 1995. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.un.org/womenwatch/daw/beijing/ (дата обращения: 05.04.2011).
3. Шендрик А.И. Информационное общество и его культура: противоречия становления и развития. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.zpu-journal.ru/.../2010/4/Shendrik/index.php (дата обращения: 25.03.2011).
4. Плимо Н. Гендерные проблемы в информационном обществе // Издание ЮНЕСКО для Всемирного саммита по информационному обществу. – СПб., 2004. – 102 с.

Материал поступил в редакцию 18.05.2011.

References

1. E`volyuciya teorij informacionnogo obshhestva. [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://planetadisser.com/see/dis_115234.html (data obrashheniya: 30.03.2011). – In Russian.
2. Fourth World Conference on Women, Beijing 1995. [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.un.org/womenwatch/daw/beijing/ (date of access: 05.04.2011).
3. Shendrik A.I. Informacionnoe obshhestvo i ego kul`tura: protivorechiya stanovleniya i razvitiya. [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.zpu-journal.ru/.../2010/4/Shendrik/index.php (data obrashheniya: 25.03.2011). – In Russian.
4. Plimo N. Genderny`e problemy` v informacionnom obshhestve // Izdanie YUNESKO dlya Vsemirnogo sammita po informacionnomu obshhestvu. – SPb., 2004. – 102 s. – In Russian.

GENDER CONFLICT IN CYBERSPACE

V.K. BARASHYAN
(Rostov State Transport University)

Gender conflict in cyberspace is considered. Some problems of gender elaboration in the modern information society and in the sphere of information and communication technologies are touched on. A shot is taken at showing how modern digital society contributes to rooting out gender inequality.
Keywords*: gender, gender elaboration, cyberspace, information society, gender stereotypes, discrimination, digital gap.*

УДК 141.1

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ СУДЕБНОЙ ВЛАСТИ В РОССИИ

В.Н. ЦЫГАНАШ
(Ростовский юридический институт Российской правовой академии)

Отмечено, что отношения судебной власти не могут рассматриваться в отрыве от интересов государства, которые, будучи институционально оформлены в системе законодательства и компетенции органов государственной власти, являются неотъемлемой составной частью формирования судебно-властных отношений. Показано, что в процессе формирования судебного акта государственная воля и государственный интерес обеспечивают формирование социального порядка.
Ключевые слова: *судебная власть, идеология, государство, гуманизм, связи с общественностью, конфликт.*

Введение. Судебная власть реализуется только в условиях конфликта, вне его она не востребована. В.Г. Ледяев справедливо отметил, что «…власть возникает не в вакууме, а в сложной системе социальных отношений, то есть в общественной структуре» [1, с.237]. Нельзя не согласиться с И.Л. Петрухиным в том, что «…потребность в осуществлении правосудия объясняется наличием в обществе конфликтов, стремлением государства защитить от посягательств установленный им правопорядок» [2, с.37]. Об этом говорит и В.В. Лазарев: «Судебная власть рассматривает спор о праве путем гласного, состязательного и, как правило, коллегиального разрешения» [3, с.284].

Анализ роли и значения государства в процессе формирования судебно-властных отношений. Исследования конфликта как среды формирования судебно-властных отношений присутствуют как в советской школе исследования властных отношений в суде, так и в российских исследованиях судебной власти. Однако в этих определениях не указывается ни типология конфликтов в различных обществах, ни механизм разрешения конфликта при помощи судебной власти. Констатируется лишь неразрывная связь между ситуацией конфликта и судебной властью как инструмента ее прекращения и разрешения.

Конфликт – это обозначение особого типа общественных отношений. Существует множество определений понятия «конфликт», принадлежащих различным областям знания: социологии, конфликтологии, психологии, политологии, философии, правоведению и пр. Так, известный конфликтолог Л. Козер считал, что «…социальный конфликт – это борьба за ценности и притязания на статус, власть и ресурсы, в ходе которой оппоненты нейтрализуют, наносят ущерб или устраняют своих соперников» [4, с.32].

А.В. Дмитриев определяет конфликт как вид противостояния, при котором стороны стремятся захватить территорию либо ресурсы, угрожают оппозиционным индивидам или группам, их собственности или культуре таким образом, что борьба принимает форму атаки или обороны [5, с.54].

Подобные определения раскрывают внешнюю сторону конфликта: цели, средства, методы и т.д. Однако характеристика этих отношений – конфликтность – связана с тем, что до того как конфликт разрешен, каждый из участников конфликта имеет неопределенное число вариантов его разрешения, не совпадающее с вариантами разрешения конфликта, имеющимися у другого (других) участника конфликта. В практике число вариантов может быть ограничено, но суть конфликтности как явления общественной жизни заключена именно в том, что вариантов действия и вариантов решений несколько и они друг с другом не совпадают. Конфликт прекращается только тогда, когда стороны избирают единственный вариант и следуют ему. В любом другом случае конфликт продолжается.

Неюридический конфликт, вплетаясь в юридические отношения, приобретает правовой характер. Например, В.В. Касьянов и В.Н. Нечипуренко указывают на то, что превращение обыч-

ного социального конфликта в юридический происходит в том случае, когда по ходу конфликтных действий сторон, ими так или иначе нарушаются существующие правовые нормы. Таким образом, юридический конфликт представляет собой вторичное по происхождению образование, в основе которого лежат обычные социальные, политические, национальные, экономические, идейные, семейные и иные конфликты. Юридический конфликт оказывается одним из видов социального конфликта; отличительным признаком первого является наличие хотя бы одного составляющего элемента, обладающего юридической характеристикой. По мнению академика В.Н. Кудрявцева, необходимо различать узкое и широкое его толкование. При узком толковании все элементы конфликта (объект, субъекты, мотивация, действие, последствия и др.) носят правовой характер, при широком – хотя бы один элемент должен подпадать под действие права.

Вместе с тем, юридический конфликт, сохраняя внешние атрибуты социального конфликта, изменяет характер конфликтности. Конфликтность возникает не в связи с выбором согласованной позиции участников конфликта, а в контексте с нормой. В этой связи нельзя не согласиться с позицией В.Н. Кудрявцева о том, что юридическим является «…любой конфликт, в котором спор, так или иначе, связан с правовыми отношениями сторон (их юридически значимыми действиями или состояниями), и, следовательно, субъекты либо мотивация их поведения, либо объект конфликта обладают правовыми признаками, а конфликт влечет юридические последствия» [6, с.19]. Отсюда сам юридический конфликт – это противоборство субъектов права в связи с применением, нарушением или толкованием правовых норм.

Это определение становится ключевым при определении особенности правовых конфликтов в России. В условиях идеологического доминирования, обобществления или контроля над средствами государство в лице своих органов оказывается участником значимого числа конфликтов, поскольку объем его полномочий обусловливает особое место и роль в поддержании социального порядка. Права государства и его институтов особенным образом гарантируются и защищаются при помощи закона. Более того, вся система принятия закона действует в условиях приоритетной защиты государства, ограничивая личность. Это характерная черта государств, в которых не развит институт частной собственности, не развиты отношения демократии и не развиты институты, обеспечивающие подобный политический режим. Отсюда типологической чертой конфликта в недемократических обществах является значительная группа конфликтов между личностью и государством и значительное ограничение способов судебной защиты личности.

Если судебную власть рассматривать как власть, уполномоченную на определение должного «в праве частного случая», то очевидно, что это должное опирается на интерес таким, каким он определен источником власти. Иными словами, защищаемые права рассматриваются не с точки зрения их равенства, а с точки зрения того, как они выглядят по отношению к доминирующему интересу.

Конкретные формы могут быть различны: это может быть определение права с точки зрения полезности того или иного члена общества. Это может быть определение объема права с точки зрения безопасности субъекта, определяющего доминирующую волю. Это может быть определение объема прав в зависимости от идеологии и так далее. Ключевым элементом в такой конструкции является отсутствие понимания права как равной меры, единого масштаба. Эта смысловая конструкция становится основной при определении типологии конфликта. Доминирующий интерес государства определяет идеологию судебного регулирования и особенности конкретных форм судебного регулирования. В свою очередь, принципиально непознаваемый, сакральный характер верховной власти отрывает процесс судебного регулирования от социальных форм общежития. Воля суверена может не учитывать объективные законы общественной жизни. Ее сакральный характер позволяет ей оставаться авторитетной.

По мнению Дориана Ламблета, согласно «западной правовой теории», «…права человека, которые могут оказаться заявленными наперекор правительству, идут во благо именно человеку как частному лицу», советский же закон, по его мнению, декларировал прямо противоположное [7, с.61].

Наиболее наглядно роль судебной власти в условиях отсутствия ее собственного социально-философского содержания видна на примере политических процессов. Политическая юстиция

– авторитарная модель уголовной юстиции, используемая властью для осуществления репрессий против политической (религиозной, национальной, расовой и т.д.) оппозиции путем применения правовых или противоправных средств [8, с.171]. Суд из докучливой помехи политическим предначертаниям власти превращается в послушного их исполнителя.

По данным К.П. Краковского, с 1866 г. по 1894 г. в России было проведено 226 политических судебных процессов против революционеров-народников [8, с.175]. По данным Н.К. Муравьева, с 1864 г. по 1917 г., политических процессов в России в начале XX века было примерно 2800 [9, с.323]. В годы первой русской революции царизм использовал военный суд против политической оппозиции как среди военнослужащих, так и среди населения.

В советский период функции суда не сводились только к отправлению правосудия. Правосудие понималось как один из элементов государственно-управленческого воздействия с конечной целью воспитания советского человека. Так, В.М. Семенов определял социалистическое правосудие как деятельность советского суда по рассмотрению гражданских и уголовных дел [10, с.20], считая, что функция правосудия есть лишь одно из направлений деятельности суда, но не вся осуществляемая им государственная деятельность и отправление правосудия от имени государства представляет собой не направление, а вид и содержание деятельности. Утверждение же, что осуществление правосудия – функция суда, равнозначно отождествлению вида государственной деятельности с ее направлениями. В советском государственном строительстве имело место отступление от принципа разделения властей, принижение роли судебной власти, придание ей зависимого положения, что, по мнению большинства исследователей, повлекло за собой развитие авторитарности в управлении государством, понижение роли личности и незащищенность прав и свобод граждан. Характер судебной деятельности определялся государственно-правовой и социальной ролью, которую выполнял суд в советском государстве: осуществлял социалистическое правосудие, т.е. одну из важных отраслей государственной деятельности, направленной на реализацию функций социалистического государства [11, с.12]. В рассмотрении уголовных дел при отправлении социалистического правосудия суд стал одним из элементов системы социальной мобилизации большевистского режима.

Отсутствие собственного социально-философского содержания судебной власти, несамостоятельность в идеологической оценке тех правовых явлений, которые отнесены к ее компетенции, привели к системным проблемам, связанным с ценностью судебной власти как социального института.

По данным социологов, в 75% случаев люди избегают отстаивать права в суде. При изучении мнений о том, почему это так, один из вариантов предусматривал ответ: «Не верят, что в суде можно добиться справедливости». Более половины респондентов (53%) избрали именно это объяснение, которое заняло первое ранговое место среди всех других [12]. В обобщенном виде отношение общественного мнения к реализации этого принципа приведены в сводной таблице данных, полученных по разным вопросам (в % к числу опрошенных).

Судебная защита в глазах общественного мнения

Не обращаются за судебной защитой, потому что не верят, что в суде можно добиться справедливости	53%
Не верят, что российский суд гарантирует беспристрастное рассмотрение дел	62%
Не верят в возможность добиться успеха при обжаловании в суд действий государственных органов	63%
Не верят в законность решений	65%
Не верят, что перед законом и судом все равны	78%

Таким образом, 60% россиян «не доверяют», либо «скорее не доверяют» судам, и только 3,4% готовы спокойно отдаться в руки правосудия в расчете на непредвзятое и квалифицированное рассмотрение дела [13]. Репутация силовых структур гораздо лучше. Городское население, скорее, готово к жизни в условиях типично полицейского государства, успешно сформировавшее для себя соответствующее общество. Члены этого общества согласны, в крайнем случае, повиноваться силовым структурам, заметившим нарушение закона, но боятся защищать свои интересы в судебном состязании.

В отсутствие собственного идеологического содержания механизм государства, механизм государственной власти и государственная власть оказываются едиными с точки зрения своего организационного строения. Их единственная задача – подчинять себе волю подвластных. Причиной этого является фактическое сущностное единство государственной власти. Государственная власть как правовая категория определяется через свою структуру, включающую волю, силу, субъект, объект, отношения, методы и средства власти, в которых она получает развитие как самостоятельный правовой феномен человеческого общежития. Эта структура универсальна, она характерна для всех форм и видов государственной власти, реализуемой любым органом государственной власти, поскольку не включает идеологию, оценку явления на предмет соответствия правовым принципам, отражающим объективные законы общественной жизни и природу человека. В этом правовом понимании генезис судебной власти обусловлен единством структуры государственной власти, а ее природа вытекает из функциональных особенностей ее реализации. Поэтому с точки зрения правового понятия механизма государственной власти нет различия в природе структуры законодательной, исполнительной и судебной власти, а значит, кроме функциональных, которые, собственно, и охватывают волю, силу, субъект, объект, отношения, методы и средства власти, т.е. ее структуру, других различий в природе государственно-властных отношений нет.

Заключение. Судебная власть обретает собственное социально-философское содержание только тогда, когда она обретает самостоятельность в идеологической оценке тех правовых явлений, которые отнесены к ее компетенции. Ситуация, в которой судебная власть реализует чужую, вырабатываемую не субъектом судебной власти, оценку правовых явлений, превращает ее во власть – функцию и лишает собственного социально-философского содержания. Исчезает важнейший социально-философский элемент власти – воля и интерес. Власть, реализующая чужой интерес, предполагает социально-философский анализ той воли и того интереса, которые определяют направленность власти. А это означает, что судебная власть как предмет социально-философского исследования исчезает.

Библиографический список

1. Ледяев В.Г. Власть: концептуальный анализ / В.Г. Ледяев. – М., 2001.
2. Петрухин И.Л. Правосудие в системе государственных функций / И.Л. Петрухин. – М., 1983.
3. Общая теория государства и права / под ред. В.В. Лазарева. – М., 2001.
4. Козер Л. Функции социального конфликта / Л. Козер; пер. с англ. О.А. Назаровой. – М., 2000.
5. Дмитриев А.В. Конфликтология / А.В. Дмитриев. – М., 2000.
6. Юридическая конфликтология / под ред. В.Н. Кудрявцева. – М., 1995.
7. Ламблет Д. Противоречие между советской и американской доктринами прав человека: Примирение путем перестройки и прагматизма / Д. Ламблет // Журнал Бостон. ун-та междунар. права. – 1989.
8. Краковский К.П. Политическая юстиция / К.П. Краковский. – Ростов н/Д, 2009.
9. Троицкий Н.А. Безумство храбрых. Русские революционеры и карательная политика царизма. 1866–1882 / Н.А. Троицкий. – М.: Мысль, 1978.
10. Медведь Н.Т. Материалы политических судебных процессов в дореволюционной России как исторический источник по истории КПСС / Н.Т. Медведь. – М.: Высшая школа, 1973.
11. Семенов В.М. Суд и правосудие в СССР / В.М. Семенов. – М., 1976.
12. Строгович М.С. Курс советского уголовного процесса / М.С. Строгович. – Т. 1. – М., 1968.
13. Хлебников С. От гражданского общества как до луны / С. Хлебников // Новая новгородская газета. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://info.vnovgorode.ru/news (дата обращения: 31.03.2003).

Материал поступил в редакцию 19.04.2011.

References

1. Ledyaev V.G. Vlast`: konceptual`ny`j analiz / V.G. Ledyaev. – M., 2001. – In Russian.
2. Petruxin I.L. Pravosudie v sisteme gosudarstvenny`x funkcij / I.L. Petruxin. – M., 1983. – In Russian.
3. Obshhaya teoriya gosudarstva i prava / pod red. V.V. Lazareva. – M., 2001. – In Russian.
4. Kozer L. Funkcii social`nogo konflikta / L. Kozer; per. s angl. O.A. Nazarovoj. – M., 2000. – In Russian.
5. Dmitriev A.V. Konfliktologiya / A.V. Dmitriev. – M., 2000. – In Russian.
6. Yuridicheskaya konfliktologiya / pod red. V.N. Kudryavceva. – M., 1995. – In Russian.
7. Lamblet D. Protivorechie mezhdu sovetskoj i amerikanskoj doktrinami prav cheloveka: Primirenie putyom perestrojki i pragmatizma / D. Lamblet // Zhurnal Boston. un-ta mezhdunar. prava. – 1989. – In Russian.
8. Krakovskij K.P. Politicheskaya yusticiya / K.P. Krakovskij. – Rostov n/D, 2009. – In Russian.
9. Troiczkij N.A. Bezumstvo xrabry`x. Russkie revolyucionery` i karatel`naya politika czarizma. 1866–1882 / N.A. Troiczkij. – M.: My`sl`, 1978. – In Russian.
10. Medved` N.T. Materialy` politicheskix sudebny`x processov v dorevolyucionnoj Rossii kak istoricheskij istochnik po istorii KPSS / N.T. Medved`. – M.: Vy`sshaya shkola, 1973. – In Russian.
11. Semyonov V.M. Sud i pravosudie v SSSR / V.M. Semyonov. – M., 1976. – In Russian.
12. Strogovich M.S. Kurs sovetskogo ugolovnogo processa / M.S. Strogovich. – T. 1. – M., 1968. – In Russian.
13. Xlebnikov S. Ot grazhdanskogo obshhestva kak do luny` / S. Xlebnikov // Novaya novgorodskaya gazeta. [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://info.vnovgorode.ru/news (data obrashheniya: 31.03.2003). – In Russian.

STATE ADMINISTRATION OF JUDICIAL AUTHORITY QUALITY IN RUSSIA

V.N. TSYGANASH
(Rostov Law Institute of Russian Law Academy)

It is mentioned that the judicial authority relations cannot be considered out of state interests which being institutionally executed in the system of the legislation and the competence of public authorities are the integral part of the formation of the judicial-power relations. It is shown that in the course of forming the judicial act the political will and the state interest provide the development of social order.
***Keywords**: judicial authority, ideology, state, humanism, public relations, conflict.*

УДК 101.8:316:362.3:173

МЕДИАПОРТРЕТ СОВРЕМЕННОЙ РОССИЙСКОЙ СЕМЬИ В СОЦИАЛЬНО-ФИЛОСОФСКОМ ДИСКУРСЕ

И.А. КАИРОВА
(Донской государственный технический университет)

Обобщены результаты исследования влияния средств массовой коммуникации и информации на современную российскую семью. Проанализирована функция трансмиссии семейных ценностей современными СМИ. Рассмотрена информационная грамотность как фактор формирования коммуникативной культуры общества.
Ключевые слова: *информационно-коммуникационное пространство, средства массовой коммуникации и информации, российская семья, семейные ценности, медиапортрет современной семьи, информационная грамотность.*

Введение. Семья – один из социальных институтов, от которого в значительной степени зависит стабильность общества, иерархия его внутренних связей и ценностей. Семья играет значимую роль в первичной социализации человека, влияет на формирование его личности, ценностных установок, отношение к культурному наследию и многое другое. Она выступает посредником между индивидом и обществом, поддерживает определенный баланс общественных интересов, способствует нивелированию социальных противоречий и напряженности.

В России семья как социальный институт переживает глубокий кризис, который проявляется, прежде всего, в снижении числа браков, большом проценте разводов, падении рождаемости. В условиях системной социокультурной трансформации общества именно семья и происходящие в ней изменения во многом определяют характер и динамику социальных процессов.

Тесная связь функционирования семьи и общества предопределяет актуальность исследования этой сложной и многоаспектной проблемы, интерес к ней представителей разных отраслей социально-гуманитарного знания, которые в последние годы активно разрабатывают проблему трансформации современной российской семьи. Среди широкого спектра экономических, политических, социальных факторов, влияющих на трансформацию семьи в современном обществе, особый интерес ученых вызывают средства массовой коммуникации и информации, потенциал и механизмы их влияния на современную российскую семью.

Исследования медиаобраза современной российской семьи. Анализ работ, посвященных медиавлиянию на современное российское общество в целом и трансформацию российской семьи в частности, выявил разнообразие подходов и оценок данного явления. Наиболее дискуссионными остаются вопросы о характере и степени влияния средств массовой коммуникации и информации на общественное сознание, ценностный потенциал, выбор моделей социального поведения.

Для большой группы авторов (С. Кара-Мурза, С. Зелинский, А. Левченко, Л. Селемгареева, А. Швидунова и др.) несомненным является факт неограниченного влияния СМИ на общественное сознание и поведение [9, 13, 29]. Более того, они считают, что СМИ являются мощным средством манипуляции сознанием общества, а отдельные авторы вообще рассматривают их как инструмент «идеологической обработки психического сознания масс с целью реализации соответствующих установок Запада или представителей «пятой колонны», заинтересованных в претворении идей, предварительно заложенных в их подсознание со стороны идеологов держав, ведущих психологическую войну против нашей страны» [13].

Один из основных аргументов сторонников такого рода оценок заключается в том, что СМИ аккумулируют и транслируют посредством создаваемых ими образов обобщенный социальный опыт, гораздо более значимый, нежели жизненный опыт отдельно взятого человека. Это, в свою очередь, предопределяет готовность индивида воспринимать транслируемые СМИ образы как вполне верифицированную реальность, замещающую нехватку личного социального опыта [30].

Особенно возрастает влияние СМИ в периоды революционных потрясений, социальной нестабильности, экономических и политических кризисов, и наоборот, ослабевает в периоды стабилизации или стагнации. Ряд авторов (И. Задорин, Ю. Бурова, А. Сюткина, М. Владимирова, А. Трахтенберг и др.) отмечает падение довериям к транслируемым СМИ сообщениям в современной России по сравнению с периодом на рубеже 80-90-х гг. XX в. (цит. по [12]). В значительной степени это обусловлено коммерциализацией средств массовой информации, их зависимостью от рекламных бюджетов, заметным падением профессионального уровня журналистов.

Если по вопросу о потенциале влияния СМИ на общественное сознание российские исследователи придерживаются различных точек зрения, то в вопросе о целевой аудитории, наиболее подверженной их влиянию, они практически единодушны. Наиболее суггестибельной аудиторией СМИ являются дети, подростки, молодежь, именно на эту социальную группу средства массовой информации и коммуникации оказывают сильное негативное влияние.

Так, например, современные мультфильмы фиксируют внимание детской аудитории на культе силы и жестокости, что формирует агрессивные модели поведения. При этом трансляция агрессивных моделей поведения осуществляется посредством привлекательного видеоряда, что существенно усиливает их воздействие на сознание зрительской аудитории. Психологи и педагоги приходят к выводу, что частое наблюдение за сценами насилия, вызывает не только страх, но и желание подражать с целью вызвать подобный страх у окружающих.

Насыщение телевизионных фильмов сценами жестокости и насилия (достаточно вспомнить печально знаменитый сериал «Бригада»), а также большой объем криминальной хроники приводит к героизации и мифологизации преступности, усиливает распространение девиантных моделей поведения. Многие исследователи отмечают, что это стало одной из причин роста преступности в нашей стране. Так, за период с середины 90-х гг. до середины 2000-х гг. по данным Н. Брушлинской, жертвами насилия в России стали более 3 млн. человек, из них погибло около 1 млн. человек, 2 млн. человек получили тяжкие телесные повреждения и увечья [5]. Таким образом, СМИ, которые в борьбе за рейтинги стараются привлечь публику шокирующими деталями и подробностями совершаемых преступлений вместо трансляции достоверной информации этичными способами, несут свою долю ответственности за распространение жестокости и насилия в обществе, виктимизацию поведения граждан, рост социального деструктивизма.

Одним из основных механизмов влияния СМИ на общественное сознание и поведение является трансляция определенного набора ценностных установок и ориентиров в процессе социализации детей и молодежи. Проблеме влияния СМИ на формирование ценностных установок посвящено значительное количество исследований. Большинство авторов приходит к выводу, что средства массовой информации и коммуникации оказывают разрушающее влияние на традиционные семейные ценности россиян и формируют негативные модели поведения в социуме и семье [14, 15]. Многие телевизионные передачи, реклама, материалы печатных СМИ размывают традиционные представления о добре и зле, о плохом и хорошем, красивом и уродливом, способствуют распространению постмодернистских ценностных ориентаций, вызывая тем самым конфликт в ценностных установках детей и молодежи [27].

Особенно категоричны в оценке негативного влияния СМИ на традиционную семью и семейные ценности конфессиональные организации. Так, представители Русской православной церкви считают, что средства массовой информации оказывают негативное влияние на соотношение либеральных и конвенциональных ценностей, дискредитируют последние, игнорируют

трансляцию ценностей традиционной семьи патриархального типа, а развлекательные ток-шоу и фильмы, транслируемые по всем каналам, имеют безнравственный характер и направлены на снижение ценности семьи в сознании общества и разрушение семейных ценностей [10], [15], [24].

Между тем, ряд социологических исследований последних лет показывает, что взрослое и детское население страны теряет доверие к транслируемой посредством СМИ информации. Более половины респондентов отметили, что многие российские СМИ решают свои коммерческие задачи, а не задачи образования и воспитания общества, поддержки семьи. При этом более двух третьих опрошенных ставят семью на одну из первых позиций в наборе своих жизненных ценностей и ориентиров [24].

Ряд исследователей (Э. Думнова, М. Давыдова и др.) фиксируют снижение роли СМИ в формировании ценностных ориентиров и в социализации молодежи. По их мнению, это связано с тем, что молодежь, сталкиваясь с огромной разницей реальных жизненных ситуаций и транслируемых в СМИ сценариев, начинает более критично воспринимать информацию в СМИ [11]. На наш взгляд, происходит падение доверия прежде всего к традиционным СМИ, что в значительной степени обусловлено появлением новых информационных технологий, развитием сети интернет. Именно эти новые средства массовой коммуникации начинают оказывать все большее влияние на трансформацию семейных ценностей и формирование поведенческих установок молодежи [2], [6], [26].

Признавая значимость и актуальность исследования проблемы влияния СМИ на изменения, происходящие в современной российской семье, посредством трансляции тех или ценностных установок, нельзя не отметить, что важным фактором ее трансформации является целостный обобщенный медиаобраз российской семьи, который создается и транслируется СМИ. Причем особенно значительным потенциалом воздействия на формирование модели современной семьи и семейного поведения обладают образы, создаваемые рекламой, поскольку она, помимо информации о товарах и услугах, транслирует типы отношений в упрощенной и доступной для усвоения форме «ритуальных идиом» [22].

В этом плане интересны результаты, полученные руководителем Института демографических исследований И. Белобородовым. Предпринятое им исследование семейной и детско-родительской тематики в рекламе, транслируемой в рейтинговое эфирное время, показало, что большая часть рекламной информации имеет демографически негативный характер. Значительная доля рекламного контента представлена неполной семьей – одна мама плюс один ребенок. В ходе исследования было выявлено, что «демографически позитивной рекламной информации» в общем потоке рекламы меньше 3% [4]. При этом антисемейный характер значительной части рекламы, как полагает И. Белобородов, обусловлен скорее безразличием авторов рекламных сюжетов к проблемам семьи и общества, нежели продиктован чьим-то «злым умыслом» [4].

Важной составляющей медиаобраза современной российской семьи являются полоролевые модели семейного поведения, базирующиеся на определенном наборе гендерных установок и стереотипов.

В работах современных отечественных философов и социологов гендерной проблематике уделено большое внимание [1, 7, 17, 22, 23]. Исследователи отмечают значительное изменение гендерных установок и стереотипов в российском обществе в период 90-х гг., в 2000-е гг.

В 90-е гг. этому способствовала отмена цензурных ограничений и запретов, образование новой медиасистемы в нашей стране. СМИ должны были приспособиться к новым социально-экономическим и политическим реалиям, научиться работать в условиях рынка. Существенно изменился формат и контент средств массовой информации. При всей внешней свободе (раньше обнаженное тело и демонстрация сексуальности были под запретом) женщине стали отводиться роли прежде всего домохозяйки или участницы конкурса красоты. Постепенно происходила маргинализация образа женщины. Реклама закрепила в массовом сознании образ несамостоятельной

женщины, зависимой от мужчины. Распространенные гендерные стереотипы 90-х гг.: «женщина за рулем автомобиля – самоубийца», «женщина – друг бизнесмена» и т. п. Женщина, таким образом, стала рассматриваться как атрибут мужского успеха.

В 2000-х гг. ситуация меняется в значительной степени в результате распространения в обществе гендерных установок, принятых в наиболее развитых западных странах. Трансляции новых гендерных стереотипов способствовали, в частности, западные сериалы, в которых показывалась сильная, самостоятельная женщина [1].

По мнению исследователей, образ женщины, транслируемый СМИ, не только значительно влияет на иерархию ценностей российского общества, но и задает определенный вектор развития культуры, влияет на формирование национального самосознания [16]. Однако при этом, как уже отмечалось, вполне выявляется тенденция закрепления в качестве медиаобраза современной российской семьи модели неполной материнской семьи.

Одновременно происходит маргинализация образа мужчины в СМИ, что находит отражение в рекламе. Так, в настоящее время происходит «ограничение» мужской фигуры в сюжетном пространстве рекламы. Причем вытеснение мужчины происходит не просто из рекламного пространства, а из демонстрируемых образов семьи.

Свидетельством противоречивости полоролевых моделей современной российской семьи является сохранение в медиапространстве эксплуатации женской сексуальности. Это – отражение того, что в массовом сознании сохранилась традиционная картина мира, присущая патриархальным обществам [22].

Известный российский исследователь проблем семьи А. Антонов выявил достаточно странную в условиях серьезного демографического кризиса составляющую медиаобраза российской семьи – отрицательный, зачастую вызывающий сильное раздражение, образ многодетной семьи. Некоторые российские ученые и журналисты транслируют в своих публикациях и репортажах образ многодетной семьи как семьи маргинальной, неблагополучной. Многодетная семья в представлении отдельных журналистов – «это какой-то урод, в котором содержится все плохое в этой жизни, она воспроизводит преступников, пьяниц, наркоманов. А кто сидит в тюрьмах? Это, оказывается, отцы и матери!». Между тем А. Антонов приводит данные, которые доказывают, что в общем количестве многодетных семей маргинальные семьи составляют очень незначительный процент [3].

Острейшей социальной проблемой российского общества является детская беспризорность, социальное сиротство, увеличение количества девиантных семей. В контексте данной проблемы особый интерес представляет медиаобраз приемной семьи. Ряд исследователей отмечает, что довольно часто СМИ, стремясь повысить свои рейтинги за счет громких сенсаций, транслируют непроверенную информацию о насилии приемных родителей над детьми, преподнося это как массовое явление. При этом в материалах о детях часто нарушается Кодекс профессиональной этики российского журналиста. Вместе с тем, показу счастливых семей, взявших на воспитание детей-сирот, уделяется мало внимания. Такая позиция СМИ негативно сказывается на отношении общества к приемным родителям и, как следствие, ведет к уменьшению числа сирот, устроенных в приемные семьи [8].

Большинство исследователей сосредоточили свои усилия на анализе негативного влияния СМИ на процессы трансформации семьи. Между тем, медиавоздействие может быть не только негативным (принуждающим, побуждающим и манипулирующим, обращающимся, в основном, к эмоциональной сфере), но и позитивным (убеждающим, апеллирующим, главным образом, к рациональной сфере сознания) [28].

Анализ российского медиапространства позволяет выявить новые тенденции в освещении проблем российской семьи и формировании ее медийного образа. Они стали результатом не только усилившейся поддержки внимания к проблемам семьи со стороны государства, но и результатом выросшей активности педагогической и журналистской общественности, объединения

усилий по укреплению семьи и семейных ценностей с Русской православной церковью. В качестве примера могут быть названы ставший уже традиционным кинофестиваль «Семья России», цикл передач «СемьЯ» на телеканале «Союз», поиск приемных семей для детей-сирот в цикле передач «Пока все дома» на Первом общероссийском телеканале и др. В 2009 г. по инициативе Союза журналистов Брянской области и общественной организации «Центр национальной славы России» был подписан Меморандум «О формировании средствами массовой информации семейных ценностей». На сегодняшний день к нему присоединились более 500 представителей СМИ Красноярского края, Новосибирской области, Ростовской области, Татарстана, Хабаровского края, Республики Мордовия. Пункт пятый этого документа гласит: «Продиктованная коммерческими интересами пропаганда потребительства и вседозволенности – это проявление безответственности, что составляет угрозу будущим поколениям россиян» [20].

Таким образом, в последние годы ряд средств массовой информации пытается поддержать социальный институт семьи, транслировать традиционные семейные ценности, ценности семьи. Одним из факторов, способствующих данному процессу, являются государственные программы, созданные с целью поддержки семьи. Однако пока усилия СМИ, государства, общественных организаций по поддержке семьи недостаточно скоординированы, не обрели системный характер, сам процесс регулируется только этическими нормами отдельных лиц и общественных организаций.

Предпринятое исследование подтверждает вывод о том, что многие проблемы современной семьи обусловлены влиянием средств массовой информации и коммуникации. Очевидны и серьезные негативные последствия воздействия СМИ на семью как социальный институт, причем в первую очередь они сказываются на самой суггестибельной аудитории СМИ – детях, подростках, молодежи. В этой связи нельзя не согласиться с авторами, которые ставят задачу развития медиаобразования как средства защиты детей и молодежи от негативного влияния средств массовой коммуникации, в том числе интернета. Формы и методы формирования медиакультуры в различных социальных группах (студенты, дети школьного и дошкольного возраста, педагоги и др.) разрабатываются широким кругом ученых (А.В. Федоров, И.В. Челышева, А.А. Новикова, И.А. Фатеева, Н.П. Рыжих, Е.В. Мурюкина и др.). Они поднимают проблему отсутствия в стране целостной концепции информационного образования, специально подготовленных педагогических кадров, методической литературы. Таким образом, вопрос формирования информационной культуры личности остается нерешенным. Однако авторы уверены, что именно медиаграмотность может стать эффективным способом защиты от манипулятивного воздействия средств массовой коммуникации и информации. Сегодня подавляющее большинство членов общества являются постоянными потребителями информации, но при этом не имеют соответствующих медиакомпетенций, что не позволяет им грамотно потреблять информацию, понимать и осознавать возможные последствия ее воздействия на психику человека [25].

Особенно важным является формирование информационной и профессиональной культуры журналистов, так как именно от этого зависит, будут ли образовательная и воспитательная функции СМИ реализованы в полном объеме или лишь частично, как это происходит в настоящее время [19]. Средства массовой информации обладают большим положительным воспитательным и образовательным потенциалом, который мог быть использован для поддержки российской семьи посредством формирования ее привлекательного медийного образа, повышения общественного престижа семьи. Однако формы и методы работы со СМИ, предлагаемые отдельными авторами, для решения указанных задач, на наш взгляд, вряд ли могут принести реальную практическую отдачу, поскольку не учитывают условий рыночной экономики, в которых сегодня функционируют российские СМИ [21].

Заключение. Средства массовой коммуникации и информации влияют на семью опосредованно, через создаваемые образы, что вызывает трансформацию форм семьи и изменение традиционных семейных ценностей. СМИ являются важным фактором трансформации социального института

семьи на различных этапах развития российского общества. Новый образ, транслируемый посредством СМИ, становится фактором преобразования конвенциональных ценностей, присущих патриархальному типу семьи, снижения значимости функции воспроизводства, трансформации формы семьи, суггестибельными оказываются дети и подростки, ценностные представления которых претерпевают сильные изменения под влиянием СМИ. Выходом из сложившейся ситуации может стать медиаграмотность, являющаяся необходимым условием формирования коммуникативной культуры общества.

Библиографический список

1. Ажгихина Н. Гендерные стереотипы в современных масс-медиа / Н. Ажгихина // Гендерные исследования. – 2000. – № 5.

2. Аникина М.Е. Семейные ценности в сознании участников интернет-коммуникации. Опыт исследования текстов самовыражения массы / М.Е. Аникина, В.М. Хруль // Электронный научный журнал факультета журналистики МГУ имени М.В. Ломоносова «Медиаскоп». – 2011. – №2. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.mediascope.ru/node/788 (дата обращения: 15.04.2011).

3. Антонов А. Интервью. Интервьюер РЕДЬКО И. / А. Антонов // Православный портал Милосердие.Ru. – 2009. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.pravoslavie.ru/smi/1413.htm (дата обращения: 15.04.2011).

4. Белобородов И. Изображение семьи и родительства в телерекламе / И. Белобородов // Семья, дети и демографическая ситуация в России: мат. науч.-практ. конф. – Режим доступа: http://www.semya.org.ru/media/speeches/2007_05_17/ (дата обращения: 29.06.2011).

5. Брушлинская Н.В. Насилие на телеэкране и в жизни / Н. Брушлинская // Рос. Федерация сегодня. – 2002. – № 6. – С.54.

6. Брылевская А.А. Философские аспекты проблемы восприятия образов компьютерной виртуальной реальности / А.А. Брылевская // Вест. Ленинград. гос. ун-та им. А.С. Пушкина. – 2009. – Т.1, №3. – С.16.

7. Бутаева М.А. Трансформация гендерных отношений в современной семье / М.А. Бутаева // Научно-издательский центр «Социосфера». [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://sociosphera.ucoz.ru/publ/konferencii_2010/teorija_i_praktika_gendernykh_issledovanij_v_mirovoj_nauke/transformacija_gendernykh_otnoshenij_v_sovremennoj_seme/4-1-0-52 (дата обращения: 24.05.2011).

8. Виноградов Л. СМИ формируют образ приемной семьи / Л. Виноградов // Православный портал Милосердие.ру. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.miloserdie.ru/index.php?ss=1&s=68&id=11843 (дата обращения: 02.06.2011).

9. Владимирова М. Трансформация массового сознания под воздействием средств массовой информации: автореф. дисс. ... канд. филос. наук. – М., 2010. – 23 с.

10. Гумеров П. О вреде некоторых источников информации / П. Гумеров // Библиотека интернет-справочника «Русская Православная Психология». [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://dusha-orthodox.ru/biblioteka/gumerov-p.-svyasch.-4-8-smertnyih-grehov-i-borba-s-nimi.-o-vrede-nekotoryih-istochnikov-informatsii.html (дата обращения: 02.06.2011).

11. Думнова Э.М. Идеологические парадигмы, социализация личности и трансформация семьи // Вестник молодых ученых. – 2004. – №1. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://e-lib.gasu.ru/vmu/arhive/2004/01/1.shtml (дата обращения: 02.06.2011).

12. Задорин И. СМИ и массовое политическое сознание: взаимовлияние и взаимозависимость / И. Задорин, Ю. Бурова, А. Сюткина // Российское общество: становление демократических ценностей. – М., 1999. – С.175-197.

13. Зелинский С.А. Информационно-психологическое воздействие на массовое сознание. Средства массовой коммуникации, информации и пропаганды как проводник манипулятивных методик воздействия на подсознание и моделирования поступков индивида и масс. – СПб.: СКИФИЯ, 2008. – 407 с.

14. Комбарова Т.В. Демографический кризис в России: история и перспективы / Т.В. Комбарова // Электронная библиотека социологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://lib.socio.msu.ru/ (дата обращения: 24.05.2011).

15. Крыгина Н. Роль СМИ в разрушении традиционных полоролевых моделей и семейных ценностей / Н. Крыгина // Проект Русская Православная психология. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://dusha-orthodox.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=62&Itemid=42 (дата обращения: 02.06.2011).

16. Куприянова О.В. Образ женщины в средствах массовой информации в контексте гармонизации российского общества: автореф. дис. ... канд. филос. наук: 09.00.11 / О.В. Куприянова. – Улан-Удэ, 2009. – 24 с.

17. Курамшев А.В. К трансформации семейных ролей в современном российском обществе / А.В. Курамшев // Вест. Нижегород. ун-та им. Н.И. Лобачевского. Сер. Социальные науки. – Вып. 1 (2). – Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2002. – С. 133-137.

18. Лапшина З.С. Образ русской семьи XX–XXI веков / З.С. Лапшина // Информационно-аналитический портал «Православие на Дальнем Востоке». [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.pravostok.ru/ru/journal/society/?id=1307 (дата обращения: 24.05.2011).

19. Леонова И.В. Негативное влияние СМИ на формирование у молодежи положительного образа семьи / И.В. Леонова // Психологическое обеспечение профилактики социального сиротства и отклоняющегося поведения детей и юношества: мат. всерос. науч.-практ. конф. – М.: Консорциум «Социальное здоровье России», 2004. – 180 с.

20. Меморандум СМИ, РА и общественных организаций о формировании семейных ценностей // ВРС Новости. Сибирский федеральный округ. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.oodvrs.ru/article/index.php?id_page=39&id_article=731 (дата обращения: 13.02.2011).

21. Метлякова Л.А. Информационно-просветительская деятельность СМИ с целью развития воспитательного потенциала семьи в современных условиях / Л.А. Метлякова // Пермский край: Развитие человеческого потенциала – Пермь-2004. [Электрон. Ресурс]. – Режим доступа: http://human.perm.ru/detstvo/_res/detstvo_section_docs/file49.doc (дата обращения: 13.02.2011).

22. Молчанов И. Полоролевые стереотипы в рекламе / И. Молчанов // Информационный ресурсный центр по научной и практической психологии «Пси-Фактор». [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://psyfactor.org/recl5.htm. (дата обращения: 02.06.2011).

23. Овчаров А.А. Маскулинность и фемининность в психологии нации / А.А. Овчаров // Соционика, психология и межличностные отношения. – 2003. – №5.

24. Семенов В.Е. Православно-патриотические ценности народа России и антиценности СМИ / В.Е. Семенов // Библиотека интернет-справочника «Русская Православная Психология». [Электрон. ресурс].– Режим доступа: http://dusha-orthodox.ru/biblioteka/semyonov-v.e.-pravoslavno-patrioticheskie-tsennosti-naroda-rossii-i-antitsennosti-smi.html (дата обращения: 02.06.2011).

25. Столбникова Е.А. Развитие критического мышления студентов педагогического вуза в процессе медиаобразования (на материале рекламы) / Е.А. Столбникова. – Таганрог: Кучма, 2006. – 160 с.

26. Туякбасарова Н.А. Интернет-коммуникации как средство формирования ценностных ориентаций личности студента : дис. ... канд. соц. наук. – Курск, 2006. – 176 с.

27. Филиппова О.В. Негативное влияние СМИ на развитие детей. Социально-психологические проблемы семьи. Современные семьи и СМИ / О.В. Филиппова // Западное окружное управление образования Департамента образования Москвы. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа:http://www.psychologist.zouodo.ru/article/full/semya_problemi_semi/negativnoe_vliyanie_smi_na_razvitie_detej_sotcialno-psihologicheskie/26.05.2010 (дата обращения: 02.06.2011).

28. Черкаева Н.И. Изменение общественного сознания масс в результате информационно-психологического воздействия: дис. ... канд. филос. наук. – Горно-Алтайск, 2005. – 198 с.

29. Швидунова А. СМИ как субъект политического процесса и инструмент политических технологий / А. Швидунова // Русский гуманитарный Интернет-университет. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.i-ru/biblio/archive/shvidunova_smi_as_subject_of_/ (дата обращения: 24.05.2011).

30. Поликарпова Е.В. Аксиологические функции масс-медиа в современном обществе / Е. Поликарпова; отв. ред. Ю.Г. Волков. – Ростов н/Д, 2002. – 50 с.

Материал поступил в редакцию 09.06.2011.

References

1. Azhgixina N. Genderny`e stereotipy` v sovremenny`x mass-media / N. Azhgixina // Genderny`e issledovaniya. – 2000. – # 5. – In Russian.

2. Anikina M.E. Semejny`e cennosti v soznanii uchastnikov internet-kommunikacii. Opy`t issledovaniya tekstov samovy`razheniya massy` / M.E. Anikina, V.M. Xrul` // E`lektronny`j nauchny`j zhurnal fakul`teta zhurnalistiki MGU imeni M.V. Lomonosova «Mediaskop». – 2011. – #2. [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.mediascope.ru/node/788 (data obrashheniya: 15.04.2011). – In Russian.

3. Antonov A. Interv`yu. Interv`yuer RED`KO I. / A. Antonov // Pravoslavny`j portal Miloserdie.Ru. – 2009. [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.pravoslavie.ru/smi/1413.htm (data obrashheniya: 15.04.2011). – In Russian.

4. Beloborodov I. Izobrazhenie sem`i i roditel`stva v telereklame / I. Beloborodov // Sem`ya, deti i demograficheskaya situaciya v Rossii: mat. nauch.-prakt. konf. – Rezhim dostupa: http://www.semya.org.ru/media/speeches/2007_05_17/ (data obrashheniya: 29.06.2011). – In Russian.

5. Brushlinskaya N.V. Nasilie na telee`krane i v zhizni / N. Brushlinskaya // Ros. Federaciya segodnya. – 2002. – # 6. – S.54. – In Russian.

6. Bry`levskaya A.A. Filosofskie aspekty` problemy` vospriyatiya obrazov komp`yuternoj virtual`noj real`nosti / A.A. Bry`levskaya // Vest. Leningrad. gos. un-ta im. A.S. Pushkina. – 2009. – T.1, #3. – S.16. – In Russian.

7. Butaeva M.A. Transformaciya genderny`x otnoshenij v sovremennoj sem`e / M.A. Butaeva // Nauchno-izdatel`skij centr «Sociosfera». [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://sociosphera.ucoz.ru/publ/konferencii_2010/teorija_i_praktika_gendernykh_issledovanij_v_mirovoj_nauke/transformacija_gendernykh_otnoshenij_v_sovremennoj_seme/4-1-0-52 (data obrashheniya: 24.05.2011). – In Russian.

8. Vinogradov L. SMI formiruyut obraz priyomnoj sem`i / L. Vinogradov // Pravoslavny`j portal Miloserdie.ru. [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.miloserdie.ru/index.php?ss=1&s=68&id=11843 (data obrashheniya: 02.06.2011). – In Russian.

9. Vladimirova M. Transformaciya massovogo soznaniya pod vozdejstviem sredstv massovoj informacii: avtoref. diss. ... kand. filos. nauk. – M., 2010. – 23 s. – In Russian.

10. Gumerov P. O vrede nekotory`x istochnikov informacii / P. Gumerov // Biblioteka internet-spravochnika «Russkaya Pravoslavnaya Psixologiya». [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://dusha-orthodox.ru/biblioteka/gumerov-p.-svyasch.-4-8-smertnyih-grehov-i-borba-s-nimi.-o-vrede-nekotoryih-istochnikov-informatsii.html (data obrashheniya: 02.06.2011). – In Russian.

11. Dumnova E`.M. Ideologicheskie paradigmy`, socializaciya lichnosti i transformaciya sem`i // Vestnik molody`x uchyony`x. – 2004. – #1. [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://e-lib.gasu.ru/vmu/arhive/2004/01/1.shtml (data obrashheniya: 02.06.2011). – In Russian.

12. Zadorin I. SMI i massovoe politicheskoe soznanie: vzaimovliyanie i vzaimozavisimost` / I. Zadorin, Yu. Burova, A. Syutkina // Rossijskoe obshhestvo: stanovlenie demokraticheskix cennostej. – M., 1999. – S.175-197. – In Russian.

13. Zelinskij S.A. Informacionno-psixologicheskoe vozdejstvie na massovoe soznanie. Sredstva massovoj kommunikacii, informacii i propagandy` kak provodnik manipulyativny`x metodik vozdejstviya na podsoznanie i modelirovaniya postupkov individa i mass. – SPb.: SKIFIYA, 2008. – 407 s. – In Russian.

14. Kombarova T.V. Demograficheskij krizis v Rossii: istoriya i perspektivy` / T.V. Kombarova // E`lektronnaya biblioteka sociologicheskogo fakul`teta MGU imeni M.V. Lomonosova. [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://lib.socio.msu.ru/ (data obrashheniya: 24.05.2011). – In Russian.

15. Kry`gina N. Rol` SMI v razrushenii tradicionny`x polorolevy`x modelej i semejny`x cennostej / N. Kry`gina // Proekt Russkaya Pravoslavnaya psixologiya. [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://dusha-orthodox.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=62&Itemid=42 (data obrashheniya: 02.06.2011). – In Russian.

16. Kupriyanova O.V. Obraz zhenshhiny` v sredstvax massovoj informacii v kontekste garmonizacii rossijskogo obshhestva: avtoref. dis. ... kand. filos. nauk: 09.00.11 / O.V. Kupriyanova. – Ulan-Ude`, 2009. – 24 s. – In Russian.

17. Kuramshev A.V. K transformacii semejny`x rolej v sovremennom rossijskom obshhestve / A.V. Kuramshev // Vest. Nizhegorod. un-ta im. N.I. Lobachevskogo. Ser. Social`ny`e nauki. – Vy`p. 1 (2). – N. Novgorod: Izd-vo NNGU, 2002. – S. 133-137. – In Russian.

18. Lapshina Z.S. Obraz russkoj sem`i XX–XXI vekov / Z.S. Lapshina // Informacionno-analiticheskij portal «Pravoslavie na Dal`nem Vostoke». [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.pravostok.ru/ru/journal/society/?id=1307 (data obrashheniya: 24.05.2011). – In Russian.
19. Leonova I.V. Negativnoe vliyanie SMI na formirovanie u molodyozhi polozhitel`nogo obraza sem`i / I.V. Leonova // Psixologicheskoe obespechenie profilaktiki social`nogo sirotstva i otklonyayush-hegosya povedeniya detej i yunoshestva: mat. vseros. nauch.-prakt. konf. – M.: Konsorcium «Social`noe zdorov`e Rossii», 2004. – 180 s. – In Russian.
20. Memorandum SMI, RA i obshhestvenny`x organizacij o formirovanii semejny`x cennostej // VRS Novosti. Sibirskij federal`ny`j okrug. [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.oodvrs.ru/article/index.php?id_page=39&id_article=731 (data obrashheniya: 13.02.2011). – In Russian.
21. Metlyakova L.A. Informacionno-prosvetitel`skaya deyatel`nost` SMI s cel`yu razvitiya vospitatel`nogo potenciala sem`i v sovremenny`x usloviyax / L.A. Metlyakova // Permskij kraj: Razvitie chelovecheskogo potenciala – Perm`-2004. [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://human.perm.ru/detstvo/_res/detstvo_section_docs/file49.doc (data obrashheniya: 13.02.2011). – In Russian.
22. Molchanov I. Polorolevy`e stereotipy` v reklame / I. Molchanov // Informacionny`j resursny`j centr po nauchnoj i prakticheskoj psixologii «Psi-Faktor». [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://psyfactor.org/recl5.htm (data obrashheniya: 02.06.2011). – In Russian.
23. Ovcharov A.A. Maskulinnost` i femininnost` v psixologii nacii / A.A. Ovcharov // Socionika, psixologiya i mezhlichnostny`e otnosheniya. – 2003. – #5. – In Russian.
24. Semyonov V.E. Pravoslavno-patrioticheskie cennosti naroda Rossii i anticennosti SMI / V.E. Semyonov // Biblioteka internet-spravochnika «Russkaya Pravoslavnaya Psixologiya». [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://dusha-orthodox.ru/biblioteka/semyonov-v.e.-pravoslavno-patrioticheskie-tsennosti-naroda-rossii-i-antitsennosti-smi.html (data obrashheniya: 02.06.2011). – In Russian.
25. Stolbnikova E.A. Razvitie kriticheskogo my`shleniya studentov pedagogicheskogo vuza v processe mediaobrazovaniya (na materiale reklamy`) / E.A. Stolbnikova. – Taganrog: Kuchma, 2006. – 160 s. – In Russian.
26. Tuyakbasarova N.A. Internet-kommunikacii kak sredstvo formirovaniya cennostny`x orientacij lichnosti studenta : dis. ... kand. socz. nauk. – Kursk, 2006. – 176 s. – In Russian.
27. Filippova O.V. Negativnoe vliyanie SMI na razvitie detej. Social`no-psixologicheskie problemy` sem`i. Sovremenny`e sem`i i SMI / O.V. Filippova // Zapadnoe okruzhnoe upravlenie obrazovaniya Departamenta obrazovaniya Moskvy`. [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.psychologist.zouodo.ru/article/full/semya_problemi_semi/negativnoe_vliyanie_smi_na_razvitie_detej_sotcialno-psihologicheskie/26.05.2010 (data obrashheniya: 02.06.2011). – In Russian.
28. Cherkaeva N.I. Izmenenie obshhestvennogo soznaniya mass v rezul`tate informacionno-psixologicheskogo vozdejstviya: dis. ... kand. filos. nauk. – Gorno-Altajsk, 2005. – 198 s. – In Russian.
29. Shvidunova A. SMI kak sub``ekt politicheskogo processa i instrument politicheskix texnologij / A. Shvidunova // Russkij gumanitarny`j Internet-universitet. [E`lektron. resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.i-ru/biblio/archive/shvidunova_smi_as_subject_of_/ (data obrashheniya: 24.05.2011). – In Russian.
30. Polikarpova E.V. Aksiologicheskie funkcii mass-media v sovremennom obshhestve / E. Polikarpova; otv. red. Yu.G. Volkov. – Rostov n/D, 2002. – 50 s. – In Russian.

MEDIA PORTRAIT OF CONTEMPORARY RUSSIAN HOUSEHOLD IN SOCIO-PHILOSOPHICAL DISCOURSE

I.A. KAIROVA
(Don State Technical University)

The research results of the influence of mass communication media on the modern Russian household are generalized. The transmission of the family values by the contemporary mass media is analyzed. Information competence as a factor of the development of the social communicative culture is considered.
***Keywords**: information-communication space, mass communication media, the Russian household, family values, media portrait of contemporary household, information competence.*

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 657.1

ОРГАНИЗАЦИЯ БЮДЖЕТИРОВАНИЯ В МОДУЛЕ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА

Е.А. ШАРОВАТОВА
(Ростовский государственный экономический университет)

Предложен алгоритм взаимосвязи результативных показателей хозяйственной деятельности на уровне управленческого учета и бюджетирования. Рассмотрена технология бюджетирования на основе единой структуры бюджетно-учетных объектов управления. Разработан механизм формирования трансфертной цены для центров затрат и центров ответственности, позволяющий планировать внутренние цены для указанных объектов управления.
Ключевые слова: *управленческий учет, технология бюджетирования, доходы, расходы, финансовый результат, центры затрат, центры ответственности, носители затрат, трансфертная цена.*

Введение. Основной целью взаимосвязанных процессов управленческой деятельности является извлечение прибыли на вложенный в производство капитал. Первично традиционным подходом к достижению этой цели всегда выступало планирование всех результативных показателей в зависимости от многих факторов: массы денежных средств, возможностей рынка принять предложенную продукцию, готовности рынка представить необходимую массу сырья и даже возможности кадрового потенциала поддерживать управленческую инфраструктуру и многое другое. Стратегические цели предприятия подтверждаются (или опровергаются) фактическими отчетными документами, к которым относятся бухгалтерский баланс; отчет о движении денежных средств; отчет о прибылях и убытках.

Однако, несмотря на значимость указанных отчетных форм, именно эти формы зачастую на предприятиях отсутствуют, что приводит к снижению возможностей управления, а именно, возможности осуществлять прогноз платежеспособности и финансовой устойчивости организации до начала планируемого периода. Причиной такой ситуации является отсутствие последовательной технологии бюджетирования, позволяющей через операционные бюджеты создать вышеуказанные формы. Несмотря на то, что на этапе планирования эти формы являются инструментом прогноза будущих финансовых потоков, структуры средств и источников, доходов и результатов, такой прогноз могут обеспечить «нижестоящие» бюджеты в отношении всей структуры объектов управленческого учета. Только совокупность бюджетов по всем учетно-управленческим объектам позволит сформировать будущий потенциал предприятия в виде прогнозного баланса, отчета о прибылях и убытках и отчета о движении денежных средств. В связи с этим автором предложен вариант формирования прикладной технологии бюджетирования, которая использует преимущества системной технологии управленческого учета для определения в системном режиме отклонений от заданного бюджета.

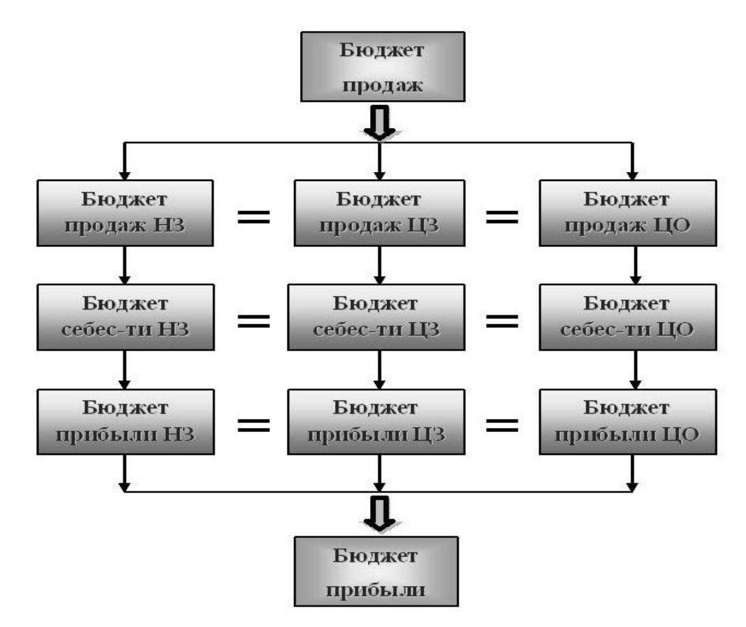
Технология бюджетирования. Полноценная взаимосвязь управленческого учета и бюджетирования возможна при условии трансляции совокупности структуры учетных объектов в модель бюджетирования. Процесс планирования должен включать в себя все показатели бизнес-процессов: доходы, расходы и финансовые показатели и даже их остатки, а главное, не только в разрезе носителей затрат, но и в отношении центров затрат и центров ответственности. Наличие планов по всем направлениям деятельности на основе объективных смет и нормативов позволит сформировать бюджет предприятия, который, в свою очередь, раскроет структуру будущих финансовых результатов. В противном случае управление воспроизводственной деятельностью не будет являться полноценным, поскольку информационной платформой для такого управления являются план-фактные отклонения.

В рамках этого нами предложена модель взаимосвязи бюджетирования и управленческого учета, исходя из типового подхода к организации бюджетирования, когда бюджетные приоритеты задаются от набранного портфеля заказов и воплощаются в операционных бюджетах затрат и результатов. Именно на основе такой взаимосвязи можно охарактеризовать бюджет как финансовый план в денежном выражении, отражающий планируемую величину доходов, расходов и финансовых результатов при условии реализации конкретного объема продукции (работ, услуг), потреблении конкретного объема затрат в местах их первичного возникновения, конкретных объемов издержек в рамках каждой функции управления (зоны ответственности). Такое понимание бюджета обязывает использовать при планировании определенную структурность объектов бюджетирования, которые в дальнейшем становятся объектами системной технологии управленческого учета.

Исходя из единства бюджетно-учетных объектов можно охарактеризовать бюджетирование как процесс разработки, исполнения и анализа планов в отношении всех бизнес-процессов организации, позволяющие сопоставить все понесенные затраты и полученные результаты на всех уровням управления: носителями затрат, центрами затрат и центрами ответственности. Бюджеты и бюджетирование в совокупности можно представить как бюджетный процесс организации.

В результате выходит, что процесс составления операционных бюджетов можно трактовать как процесс бухгалтерского планирования. Такое представление бухгалтерской деятельности весьма непривычно, так как прилагательное «бухгалтерский» однозначно ассоциируется с термином «учет», а не с термином «планирование». Но ведь это не соответствует сущности управления, так как здесь присутствует разрыв управленческого цикла: есть учет, но нет плана. Бюджетный подход снимает названное противоречие. Операционные бюджеты (в совокупности с финансовыми и инвестиционными) как раз и являются планами (или прогнозами) будущих бухгалтерских отчетов. В этом главное достоинство бюджетного подхода. При этом калькуляционная концепция управленческого учета становится определяющей в систематическом планировании на микроуровне. Такой подход к бюджетированию обусловлен его сущностными связями с формированием учетной системы по принципу «затраты – выпуск» (input-output accounting), обеспечивающеми взаимосвязь издержек с соответствующими доходами. В учетной системе такая взаимосвязь обеспечена счетами и двойной записью и может быть продолжена калькуляционными расчетами в отношении того или иного объекта учета. Это относится не только к носителям затрат, но и к центрам затрат. Калькуляционная составляющая на этапе бюджетирования в отношении центров затрат и ответственности может ограничиться исчислением плановой себестоимости объектов в целом. Многоструктурное предприятие, состоящее из многочисленных подразделений, потребляющих полуфабрикаты друг друга, логично «разложить» для планирования на несколько уровней, придерживаясь принципа «затраты – выпуск».

Взаимосвязь «затраты – выпуск» в условиях рыночной экономики приобрела еще большую актуальность. Перекрестный метод ранжирования затрат и доходов по различным группам калькулируемых объектов управления на этапе учета и планирования позволит выстроить структуру финансовых результатов в разрезе мест ее «зарабатывания». На рисунке представлена структура бюджетов по уровням управления по принципу «затраты – выпуск». В бюджетную модель включены все группы объектов управленческого учета, однако, их последовательность построена исходя из принципа, названного нами как «принцип ограничений». Многие отраслевые предприятия, производящие достаточно сложную и дорогостоящую продукцию, ограничены ценовыми барьерами и исторически сложившимся уровнем рентабельности продаж. Схема монопольных отношений между корпоративными предприятиями и управляющей компанией в условиях свободных манипуляций с ценами идет по пути установления фиксированных цен и ограничений уровня рентабельности. В таких условиях ценообразования следует признать необходимость построения модели бюджетирования, в которой бюджетные приоритеты задаются имеющимися ограничениями на уровень рентабельности.



Структура объектов бюджетирования по принципу «затраты – выпуск»

Константа в отношении ценовых параметров делает целесообразным изменить привычную (доходы, расходы, результаты) последовательность планирования: первично планировать доходы, исходя из совокупности имеющегося портфеля заказов, планируемых к заключению договоров и среднестатистического случайного объема продаж; вторично – прибыль, исходя из регламентных ограничений; и только после этого прямые и косвенные издержки предприятия. Модель бюджетирования должна быть представлена параметрами следующей структурности: бюджеты носителей затрат, бюджеты центров затрат, бюджеты центров ответственности. В табл. 1 представлена бюджетная модель на основе указанной структуры. При этом последовательность формирования бюджетов исходит из принципа ограничений. Бюджет продаж начинается с бюджета продаж носителей затрат, который в дальнейшем целесообразно разложить на его составляющие: бюджеты продаж центров затрат и бюджеты продаж центров ответственности.

Таблица 1

Бюджетная модель на основе структуры объектов управленческого учета

№ п/п	Статьи бюджета	Бюджетный период				
		1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал	год
	Бюджет доходов					
1	**Доходы всего**, в т. ч.:					
1.1	Доходы носителей затрат					
1.2	Доходы центров затрат					
1.3	Доходы центров ответственности					
	Бюджет прибыли					
2	**Прибыль всего**, в т. ч.:					
2.1	Прибыль носителей затрат					
2.2	Прибыль центров затрат					
2.3	Прибыль центров ответственности					
	Бюджет расходов					
3	**Расходы всего**, в т. ч.:					
3.1	Расходы носителей затрат					
3.2	Расходы центров затрат					
3.3	Расходы центров ответственности					
4	**Дефицит собственных источников, всего, в т. ч.:**					
4.1	Для носителей затрат					
4.2	Для центров затрат					
4.3	Для центров ответственности					

Согласно смысловой нагрузке все три бюджета продаж (п.1.1, п.1.2, п.1.3) должны быть равны между собой. Далее бюджетная модель наполняется бюджетами прибылей с ограниченным уровнем рентабельности, с той же структурностью и с тем же равенством для трех групп объектов бюджетирования (п.2.1, п.2.2, п.2.3). Разница между доходами и прибылью станет целевыми издержками предприятия, на которые должны выйти все участники воспроизводственного процесса (п.3.1, п.3.2, п.3.3).

Однако формирование бюджетов продаж для центров затрат и центров ответственности возможно в условиях использования приема трансфертного ценообразования по аналогии с его применением на этапе управленческого учета. В табл.2 на условном примере приведены плановые значения доходов, расходов и результатов, планируемых в отношении трех видов продукции предприятия, а в табл.3 – пример расчета плановой трансфертной цены для подразделений.

Таблица 2

Плановые показатели по носителям затрат

№ п/п	Плановые показатели	Носители затрат			
		Изд.1	Изд.2	Изд.3	Итого
1	Доходы всего	40 000	60 000	30 000	130 000
2	Расходы носителей затрат	30 000	50 000	21 000	101 000
3	Маржинальный доход	20 000	10 000	9 000	29 000
4	Управленческие расходы	Х	Х	Х	22 000
5	Прибыль	Х	Х	Х	7 000
6	Итого издержки: (п.2 + п.4)	Х	Х	Х	123 000
7	Рентабельность носителей затрат, % (п.5 : п.6)	Х	Х	Х	5,69

Таблица 3

Расчет плановой трансфертной цены
для центров затрат, тыс. руб.

№ п/п	Плановые показатели	Центры затрат					
		Основные ЦЗ			Вспомогательные ЦЗ		Итого
		Цех 1	Цех 2	Цех 3	Отдел 1	Отдел 2	
1	Доходы всего (см. п.1 табл.3.6)	Х	Х	Х	Х	Х	130 000
2	Расход основных ЦЗ	35 000	45 000	21 000	Х	Х	101 000
3	Расходы вспомогательных ЦЗ	Х	Х	Х	14 000	8 000	22 000
4	Итого расходы ЦЗ	35 000	45 000	21 000	14 000	8 000	123 000
5	Совокупная прибыль ЦЗ (равна прибыли носителей затрат)	Х	Х	Х	Х	Х	7 000
6	Рентабельность ЦЗ, %	Х	Х	Х	Х	Х	5,69
7	Доля участия центров затрат в прибыли, тыс. руб. (п.4 х п.6)	1 992	2 560	1 195	797	456	7 000
8	Доля участия центров затрат в прибыли, %	28,45	36,57	17,07	11,39	6,52	100 %
9	Трансфертная планируемая выручка центров затрат (п.4 + п.7)	36 992	47 560	22 195	14 797	8 456	130 000

Как видно из данных расчета, за основу трансфертной цены для подразделений взят планируемый объем продаж изделий (130 000 тыс. руб.), который не может быть иным в абсолютных показателях для центров затрат. Кроме того, рентабельность продаж (5,69%) также становится тождественной рентабельности центров затрат в относительных показателях, поскольку в расчете участвуют одни и те же абсолютные величины. По аналогичному варианту автор предлагает рассчитывать трансфертные планируемые объемы продаж и для центров ответственности.

В целях обеспечения эффективного управления процессом бюджетирования нами предложена определенная последовательность действий в рамках технологии бюджетирования, под которой мы понимаем не столько технологию планирования, сколько технологию управления деятельностью предприятия на основе конкретных бюджетов и которую можно разделить на пять этапов.

На **первом** этапе формируется архитектура объектов бюджетирования во взаимосвязи с объектами управленческого учета. Единство бюджетно-учетной модели является обязательным условием технологии бюджетирования. В качестве первичного бюджета принимается бюджет выручки. Именно с него начинается бюджетный процесс. И в этом заключается огромное преимущество технологии бюджетирования. Хотя в практике работы многих отечественных предприятий до сих пор доминирует производственный принцип, когда главным считается план производства продукцию. Проблема продажи продукции рассматривается как частная задача отдела сбыта.

Завершающими бюджетами являются бюджет движения денежных средств и бюджетный баланс. Между ними формируются две группы бюджетов: операционные и финансовые. К операционным бюджетам относятся: бюджет выручки, бюджет доходов и расходов, бюджет прибыли (по видам продукции / работ / услуг), бюджет по персоналу, бюджет по логистике. К финансовым бюджетам относятся бюджет инвестиций, бюджет внешнего финансирования, бюджет движения денежных средств. Бюджетный баланс не относится ни к первой, ни ко второй группе, но он является логическим завершением бюджетного процесса в целом.

Указанные бюджеты можно отнести к первому уровню бюджетного процесса. По аналогии с управленческим учетом – это данные синтетического учета. В них объединяются бюджетные показатели по функциональной взаимосвязи показателей между собой. Например, бюджет «Доходы и расходы» делает наглядной структуру доходов и взаимосвязанных с ними расходов, «Бюджет по персоналу» представляет информацию о количестве работников и структуру фонда оплаты труда в разрезе категорий в целом по предприятию, «Бюджет по логистике» дает представление о затратах на исполнение функции логистики.

Формирование бюджетов второго уровня является целью **второго** этапа технологии бюджетирования. Необходимость в бюджетах второго уровня обусловлено тем, что наполнение бюджетов первого уровня требует распределения ответственности за показатели одной формы одновременно между несколькими службами предприятия. В этой связи каждая служба должна отвечать за закрытый перечень бюджетных показателей. Ответственность за обобщение и группировку полученных данных должна быть возложена на службу, отвечающую за формирование бюджета первого уровня. Бюджеты второго уровня могут содержать информацию, необходимую для заполнения одновременно нескольких бюджетов первого уровня. Пример взаимосвязи бюджетов первого и второго уровней и их соподчиненность представлен в табл.4.

Кроме того, каждая форма бюджетов второго уровня детализируется в расшифровке входящих в нее показателей или группы показателей, которые функционально связаны с одним из бюджетно-учетных объектов: видом продукции, подразделением или бизнес-процессом. Формы предполагают гибкий набор показателей, который может меняться в зависимости от наполняемости бюджетных статей.

Таблица 4

Структура бюджетов первого и второго уровня

Номер формы	Бюджетная форма первого уровня	Бюджетная форма второго уровня
1	План по выручке	Бюджет выручки от реализации продукции
		Бюджет выручки от НИОКР
		Бюджет арендованной логистической инфраструктуры
2	Бюджет доходов и расходов	Бюджет выручки от реализации продукции
		Бюджет сокращенной себестоимости реализованной продукции
		Бюджет общехозяйственных расходов
		Бюджет коммерческих расходов
		Бюджет прочих доходов и расходов
		Бюджет прибыли
3	Бюджет прибыли	Бюджет прибыли
		Бюджет коммерческих расходов
		Бюджет чистой прибыли
4	Бюджет логистики	Бюджет по персоналу логистики
		Бюджет логистической инфраструктуры
		Бюджет арендованной логистической инфраструктуры
5	Бюджет по персоналу	Бюджет численности и оплаты труда производственного персонала
		Бюджет численности и оплаты труда внепроизводственного персонала

Таблица 5

Пример распределения ответственности при формировании бюджетов первого и второго уровней между службами

Номер п/п	Бюджетная форма 1-го уровня	Служба, ответственная за бюджеты 1-го уровня	Бюджетная форма 2-го уровня	Служба, ответственная за формирование бюджета 2-го уровня
1	Бюджет доходов и расходов	Плановая служба	Бюджет выручки от реализации продукции	Отдел продаж
			Бюджет сокращенной себестоимости реализованной продукции	Плановая служба
			Бюджет общехозяйственных расходов	Плановая служба
			Бюджет коммерческих расходов	Отдел продаж
			Бюджет прочих доходов и расходов	Финансовый отдел
			Бюджет прибыли	Финансовый отдел
2	План по прибыли	Плановая служба	Бюджет прибыли	Финансовый отдел
			Бюджет коммерческих расходов	Отдел продаж
			Бюджет чистой прибыли	Финансовый отдел

На **третьем** этапе целесообразно распределить функциональную ответственность по службам за формирование бюджетных показателей. Пример распределения функций в процессе формирования бюджетов между управленческими службами представлен в табл.5.

Как видно из данных табл.5, ответственность за окончательный вариант функциональной формы первого уровня распространяется только на одну службу организации, которая оценивает ее дееспособность, наличие источников финансирования, сопоставимость с другими взаимосвязанными показателями. Но за входящие формы второго уровня при формировании бюджетов должны отвечать подразделения в соответствии с их направлением деятельности. В этих целях формирование форм второго уровня целесообразно закрепить за конкретной функциональной службой.

Четвертый этап включает описание технологии формирования бюджетных форм в определенной последовательности регламентных действий, которые могут быть положены в основу стандарта по бюджетированию любого коммерческого предприятия. Четвертый этап предполагает следующие действия:

– описание экономического содержания показателей бюджетных форм;
– характеристика источников информации для ее заполнения;
– описание аналитических признаков показателей, содержащихся в форме;
– схема формирования бюджетных показателей форм первого уровня;
– раскрытие взаимосвязи показателей форм первого и второго уровня.

Завершающим, **пятым** этапом технологии бюджетирования является систематизация порядка заполнения бюджетных форм отчетными данными на основании информации, содержащей-

ся в учетных регистрах бухгалтерского учета и бухгалтерской отчетности. Формат отчетных форм должен полностью соответствовать формату бюджетов первого уровня. В противном случае нарушается баланс бюджетно-учетной модели и затрудняется оценка и анализ план-фактных отклонений. При этом ответственность распространяется на однородные по экономическому содержанию показатели, соответствующие функциональным обязанностям конкретной службы.

С целью исключения различного толкования учетных операций и взаимосвязанных с ними бюджетных статей обязательным в регламенте должна быть система бухгалтерских проводок, закрепленная за каждой статьей бюджетной формы.

Заключение. Предложенный вариант технологии бюджетирования сделает бюджетный процесс объективным по отношению к определению план-фактных отклонений. Предоставленная возможность сделает анализ своего рода подсистемой раннего предупреждения нежелательных отклонений.

Библиографический список

1. Бригхем Ю. Финансовый менеджмент: в 2 т. / Ю. Бригхем, Л. Гапенски; пер. с англ. – СПб.: Экономическая школа, 1997.

2. Шим Д. Методы управления стоимостью и анализа затрат / Д. Шим, Г. Сигел. – М.: Филинъ, 1996. – 343 с.

3. Данилочкина Н.Г. Контроллинг как инструмент управления предприятием / Н.Г. Данилочкина. – М.: Аудит, ЮНИТИ, 1998. – 279 с.

4. Николаева О.Е. Управленческий учет / О.Е. Николаева, Т.В. Шишкова. – М.: УРСС, 1997. – 365 с.

5. Мельникова Л.В. Применение принципа «затраты – выпуск» на микроуровне / Л.В. Мельникова // ЭКО. – 2011. – №7.

Материал поступил в редакцию 21.09.2011.

References

1. Brigxem Yu. Finansovy`j menedzhment: v 2 t. / Yu. Brigxem, L. Gapenski; per. s angl. – SPb.: E`konomicheskaya shkola, 1997. – In Russian.

2. Shim D. Metody` upravleniya stoimost`yu i analiza zatrat / D. Shim, G. Sigel. – M.: Filin``, 1996. – 343 s. – In Russian.

3. Danilochkina N.G. Kontrolling kak instrument upravleniya predpriyatiem / N.G. Danilochkina. – M.: Audit, YUNITI, 1998. – 279 s. – In Russian.

4. Nikolaeva O.E. Upravlencheskij uchyot / O.E. Nikolaeva, T.V. Shishkova. – M.: URSS, 1997. – 365 s. – In Russian.

5. Mel`nikova L.V. Primenenie principa «zatraty` – vy`pusk» na mikrourovne / L.V. Mel`nikova // E`KO. – 2011. – #7. – In Russian.

BUDGETING ORGANIZATION IN MANAGEMENT ACCOUNTING MODULE

E.A. SHAROVATOVA
(Rostov State Economics University)

The algorithm for the interconnection of the economic activity effective indicators at the level of the management accounting and budgeting is offered. The budgeting technique based on the single structure of the budget-accountable control objects is considered. The transfer pricing mechanism for cost centres and responsibility centres which permits to plan inside prices for such control objects is developed.

Keywords: *management accounting, budgeting technique, revenues, expenses, financial result, cost centres, responsibility centres, cost objects, transfer price.*

УДК 378.126 (470+571) (4)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОБЛАСТИ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

К.Н. ЛЫСЕНКО
(Донской государственный технический университет)

Представлена общая характеристика изменений, происходящих в системе повышения квалификации преподавателей иностранных языков в России. Проанализированы такие понятия, как непрерывное образование, рекуррентное образование. Рассмотрен зарубежный опыт как один из возможных путей решения задач повышения квалификации.
Ключевые слова: *повышение квалификации преподавателей, непрерывное образование, рекуррентное образование, образование взрослых.*

Введение. В современном информационном пространстве проблема быстрого получения знаний становится все более актуальной. Образование должно играть ключевую роль в подготовке грамотных специалистов, способствовать демократизации общества и рынка труда, предоставлению равных возможностей для каждого человека. Образование должно реально влиять на экономику и политику стран, образование должно быть готовым меняться столь же быстро, как и современные технологии, и предлагать соответствующие модели обучения – модели рекуррентного и непрерывного образования.

В начале XXI века возникает потребность в изменении системы высшего образования, а также возрастает значение дополнительного профессионального образования и повышения квалификации преподавателей для социокультурного и экономического образования будущего поколения страны.

Анализ системы повышения квалификации преподавателей в России и зарубежных странах. Реформирование системы образования и системы повышения квалификации в России следует рассматривать в контексте как социально-экономических изменений в стране, так и в контексте общемировых тенденций.

Педагогическая подготовка и повышение квалификации преподавателей иностранных языков в России и за рубежом имеет много ценных образовательных традиций. В 80-90-е гг. XX в. произошли значительные изменения в европейском образовательном пространстве, частью которого является и российское образование (процессы интеграции, локализации и глобализации образовательных систем), затронувшие систему подготовки и повышения квалификации преподавателей, в том числе преподавателей иностранных языков. На процесс совершенствования профессионально-педагогической подготовки и повышения квалификации иностранных языков влияние оказывают также новые концепции в европейской системе подготовки и повышения квалификации преподавателей.

В европейской системе понятие «непрерывное образование» получило широкое распространение в конце 60-х гг. XX в. В это время вводится термин lifelong learning – «непрерывное образование, учение в течение всей жизни». Институт Образования ЮНЕСКО (UIE) и выпускаемый им тематический журнал «International Review of Education» совместными усилиями разработали основные направления и концепции непрерывного учения, подготовив платформу для ученых и аналитиков, заинтересованных в развитии теории и принципов непрерывного образования. Институт Образования посвящает значительную часть своей работы разработке материалов и созданию базы данных, ресурсного обеспечения непрерывного учения, образования взрослых, переподготовке либо переформированию кадров в соответствии с постоянно повышающимися уровнем требований и стандартами к грамотности специалистов в любой области, будь то высокие технологии, филология, естественные науки или педагогика.

Параллельно с развитием концепций непрерывного образования, выдвинутых ЮНЕСКО, Организация экономического сотрудничества и развития (OECD) во второй половине XX в. активно содействовала продвижению и воплощению в жизнь идей рекуррентного образования (recurrent education – «возобновляемое обучение») как стратегии, могущей поддержать и в какой-то степени продублировать идеи непрерывного учения. Рекуррентное образование на сегодняшний день понимается как общеобразовательная стратегия, распространяющаяся на постуниверситетское, базовое образование, главнейшими характеристиками которой является предоставление информации сверх полученного в учебном заведении пакета знаний. Обучающийся по такой схеме специалист может сочетать посещение занятий с другими видами деятельности: другой учебой, работой, отдыхом; возраст слушателей не ограничен – посещать занятия, получать соответствующие сертификаты и дипломы могут как молодые специалисты, так и пенсионеры, желающие продолжать работу.

Концепции непрерывного и рекуррентного образования имеют несколько существенных отличий друг от друга: прежде всего, если непрерывное учение подразумевает включение всех стадий обучения, видов, схем и форм, то рекуррентное больше поддерживает и продвигает идеи формального образования взрослых. Целью рекуррентного образования изначально являлась модификация образовательной системы с расчетом предоставить возможность взрослым слушателям получать доступ к обучающим технологиям и материалам по окончании базового образования, постоянно повышая уровень своего мастерства: сюда относятся программы повышения квалификации кадров, программы получения дополнительного образования по выбранной специальности и т.д.

Реформы, проводимые в российском образовании, предъявляют новые требования к качеству профессиональной подготовки преподавателей иностранных языков в поликультурной среде и с необходимостью предполагают пересмотр целей, а также существенное обновление содержания и методов обучения по данной специальности в педагогических университетах и колледжах.

Большое значение в области подготовки преподавателей иностранных языков имеют рекуррентные формы повышения квалификации:

– подготовка высококвалифицированных преподавателей иностранных языков, обладающих адекватной подготовкой, постоянно совершенствующих свои языковые, лингвострановедческие, историко-педагогические знания и умения;

– создание, расширение и распространение знаний на основе информационно-технологических и лингвистических коммуникаций;

– понимание, сохранение, усиление локальных, международных и исторических культур в контексте культурного плюрализма, развитие парадигмы поликультурного образования и их реализация в содержании повышения квалификации преподавателей иностранных языков.

Готовность общества к глобальным преобразованиям во многом определяется степенью разработанности технологий и систем образования, их ориентацией на развитие личности, творческих способностей, профессиональной компетенции.

Осуществление реформы повышения квалификации преподавателей иностранных языков предусматривает решение следующих стратегических задач:

– обновление содержания повышения квалификации, ориентация на гибкую и динамичную сферу образовательных услуг, рынок рабочих мест;

– разработка педагогических средств реализации идеи многоступенчатого дополнительного образования, предусматривающего переход к международным стандартам многоуровневого педагогического образования и повышения квалификации.

Это предполагает рост методологического уровня преподавания и научно-исследовательской работы, усвоение педагогами передовых достижений в соответствующих об-

ластях полилингвистической, профессионально-педагогической подготовки, новых концепций, теорий.

Одним из возможных путей решения задачи повышения квалификации может быть использование зарубежного опыта подготовки и повышения квалификации преподавателей иностранных языков, так как в связи с интеграцией России в европейские и глобальные образовательные структуры и процессы система повышения квалификации и переподготовки должна учитывать появляющиеся мировые тенденции в развитии профессионально-педагогической деятельности [1].

Ведущие исследовательские центры, ассоциации, международные организации (ООН, ЮНЕСКО, Международная ассоциация университетов, Европейская ассоциация высшего образования и др.) на основе анализа развития образования взрослых в системе дополнительного образования, повышения квалификации и профессиональной переподготовки утверждают, что эти процессы должны быть частью непрерывного «пожизненного» образования. В связи с этим в системе повышения квалификации и профессионально-педагогической переподготовки преподавателей иностранных языков должны произойти значительные содержательные и технологические изменения.

Для дискуссий о повышении квалификации преподавателей в Европейском союзе в настоящее время характерен дуализм. Большинство стран Европейского союза (особенно ФРГ, Норвегия и Исландия) различают две формы повышения квалификации преподавателей [2]:

– профессиональное повышение квалификации, т.е. обновление и совершенствование учебной практики посредством актуализации приобретенных в процессе основного обучения знаний;

– повышение квалификации как «долгосрочный» процесс постоянного (в течение всей жизни) совершенствования своих профессиональных качеств на основе приобретаемых новых знаний.

Как правило, повышение квалификации преподавателей в европейских странах реализуется следующим образом:

– актуализация полученных в процессе обучения в вузе основных знаний из области дидактики и сугубо предметных знаний;

– освоение новых знаний и навыков;

– использование в процессе обучения новых методов, технологий и материалов.

Современная европейская система повышения квалификации преподавателей основывается на следующих принципах: творческая самостоятельность слушателей, применение активных элементов исследовательской деятельности, индивидуальная курсовая подготовка через спецкурсы по выбору слушателей, индивидуальные творческие задания, вариативность, инновационность.

Вариативность системы непрерывного педагогического образования повышает его качество, обеспечивает гибкость подготовки кадров, дает возможность своевременно реагировать на запросы рынка труда, усиливает адресность подготовки специалистов.

В нашей стране организационно-методическая деятельность учреждений повышения квалификации постоянно совершенствуется. В процессе преподавания используются разнообразные формы обучения, наиболее распространенная и традиционная из которых – очная форма с полным отрывом от работы. В то же время в последние годы все большую популярность у слушателей приобретают новые формы обучения. Одна из таких форм – это дистанционное обучение.

В 2006 году в ДГТУ на базе Центра дистанционного обучения (ЦДО) был создан Авторизованный учебный центр Института ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании. Этому предшествовала активная деятельность ЦДО в области внедрения дистанционных технологий обучения в соответствии с принятой концепцией развития вуза, а также ориентация на интеграцию технологий очного и дистанционного обучения, как в учебном процессе, так и в системе повышения квалификации преподавателей.

Основная задача центра – повышение квалификации преподавателей ЮФО в области использования дистанционных технологий обучения. В процессе учебы проводится анализ успешно

действующих образовательных сайтов, а также демонстрируется процесс создания и использования электронных учебных материалов.

Заключение. Изучив и проанализировав современные тенденции развития системы высшего и дополнительного образования, мы можем отметить, что задача российской системы повышения квалификации состоит в том, чтобы эффективно сочетать достижения зарубежной педагогической науки и существующих тенденций в российском образовании.

Идеи непрерывного образования определяют стратегию образовательных реформ во всех европейских странах, включая Россию. Конечной целью образования является содействие всестороннему развитию личности, активно, компетентно и эффективно участвующей в экономической, социальной жизни страны.

Библиографический список

1. Шаповалова Л.И. Повышение квалификации – образовательная стратегия Европейского союза / Л.И. Шаповалова. – Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2005. – 248 с.

2. Носачева Е.А. Интегративные процессы в развитии теории и практики подготовки преподавателя иностранных языков в ФРГ (науковедческий аспект): дис. … канд. пед. наук. – Ростов н/Д, 2003. – С. 180.

3. Preuss, H. Erfolg, Misserfolg und Abbruch in Sprachkursen. Ergebnisse aus dem Modellversuch 'Fremdsprachenorientierte Studieneingangsphase' an der Freien Universität Berlin / H. Preuss // AKS-Rundbrief. – Berlin, 2006. – №. 8. – S. 1–12.

4. Setenyi, J. New School Management Approaches / J. Setenyi // Study in the OECD – What Works Innovation in Education Series (Budapest), 2000. – 120 p.

Материал поступил в редакцию 09.06.2011.

References

1. Shapovalova L.I. Povy`shenie kvalifikacii – obrazovatel`naya strategiya Evropejskogo soyuza / L.I. Shapovalova. – Rostov n/D: Izd-vo RGU, 2005. – 248 s. – In Russian.

2. Nosacheva E.A. Integrativny`e processy` v razvitii teorii i praktiki podgotovki prepodavatelya inostranny`x yazy`kov v FRG (naukovedcheskij aspekt): dis. … kand. ped. nauk. – Rostov n/D, 2003. – S. 180. – In Russian.

3. Preuss, H. Erfolg, Misserfolg und Abbruch in Sprachkursen. Ergebnisse aus dem Modellversuch 'Fremdsprachenorientierte Studieneingangsphase' an der Freien Universität Berlin / H. Preuss // AKS-Rundbrief. – Berlin, 2006. – No. 8. – S. 1–12.

4. Setenyi, J. New School Management Approaches / J. Setenyi // Study in the OECD – What Works Innovation in Education Series (Budapest), 2000. – 120 p.

CURRENT TRENDS IN CONTINUING EDUCATION OF FOREIGN LANGUAGE TEACHERS

K.N. LYSENKO
(Don State Technical University)

A general description of the changes in the system of the continuing education of foreign language teachers in Russia is presented. Such concepts as continuing education, lifelong education, and recurrent education are analyzed. International experience is regarded as one of the possible solutions to the problems of continuing education.

Keywords: *continuing teacher education, lifelong education, recurrent education, adult education.*

УДК 658.012.7

КОНТРОЛЛИНГ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Б.Ч. МЕСХИ, В.Ю. ИВАНОВ
(Донской государственный технический университет)

Проведен анализ контроллинга как системы координации внешней и внутренней среды современного предприятия. Рассмотрены основные функции контроллинга, особенности их реализации.
Ключевые слова: *контроллинг, координация, функции, субсистемы предприятия, менеджмент.*

Введение. В последнее время в научном мире активно обсуждаются различные концепции контроллинга, которые пытаются объединить все практические и теоретические наработки, зачастую являясь лишь симбиозом различных методов и знаний, давно уже воспроизводимых в таких направлениях менеджмента, как планирование и контроль. Контроллинг не обеспечивает качественно новой дисциплины в экономике предприятия, это некий срез знаний и умений во всех сферах деятельности предприятия. Концепции контроллинга описывают лишь связующие моменты среди этих дисциплин.

Содержание контроллинга как системы координации. Система контроллинга соединяет в себе элементы сфер деятельности предприятия как внутренней, так и внешней, посредством координации, проведение которой является задачей контроллера [1].

Предприятие подразделяется на две субсистемы:

– управление, состоящее из системы планирования и контроля и системы информационного обеспечения;

– исполнение, ответственное за производство продукта предприятия.

Такое деление позволяет выделить приоритеты для управления сферы предприятия. Задача системы управления – определить цели предприятия и направить их на исполнение (первичная координация). Данная задача координации классическая, которая относится к таким задачам, как планирование, контроль, организация в смысле управления персоналом. Первичная координация также подразделяется на технократическую и ориентированную на персонал. Технократическая координация основывается на существующих нормах проведения процессов. Координационные действия четко установлены в статике и динамике отношений и процессов и в случае необходимости запрограммированно выполняются. Особенно ярко выражена такая координация на предприятиях общественного сектора.

Координация, ориентированная на персонал, является, с одной стороны, цепью индивидуальных указаний (вертикальное направление коммуникаций). Такое проявление типично для малых и средних предприятий. С другой стороны, возможен упор и на горизонтальное направление коммуникаций, при котором не работники, а группы работников решают проблемы посредством обсуждений и голосований.

По мере развития предприятий, их расширения и увеличения соответственно увеличивалась система управления, тем самым все более отдаляя субсистемы управления: планирование и контроль с информационным обеспечением. На основании этого появилась потребность в координации действий между разрозненными частями управления – вторичная координация. Первое теоретическое объяснение процессу дал Хорват, который разделял системообразующую и системосоединяющую вторичную координацию [2].

Системообразующая координация – создание структуры и процессов внутри общей системы под названием «предприятие» за счет двух действий:

– посредством построения функциональной субсистемы на предприятии становится возможным разделение работы, в результате чего предприятие лучше управляется и изменяется;

– институциональная субсистема создается с помощью четкого разграничения задач, людей и функциональных задач.

Во-первых, построение системы необходимо для сохранения эффективной первичной и вторичной координации между субсистемами. Во-вторых, даже, если уже система построена, то

выполнение определенных задач требует от нее единства и стабильности, этим и занимается системообъединяющая координация. Ее смысл заключается в координации созданных или создаваемых частей управленческой системы, что предполагает действия по расширению системы.

Кроме создания системы контроллинг должен содействовать и ее возможным изменениям. Контроллинг сам по себе представляет один из элементов системы управления, которая состоит из планирования, контроля и информационной системы (рис.1).

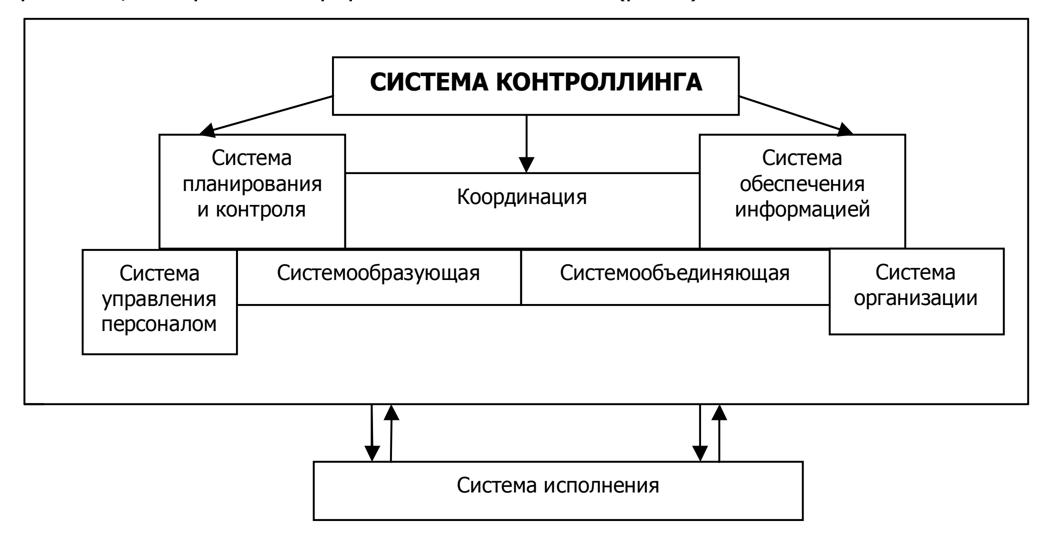


Рис.1. Представление предприятия субсистемами [2]

Таким образом, система контроллинга представляет собой системообразующую и системообъединяющую функцию координации между различными частями систем управления. Эта вторичная координация должна направлять в едином и оптимальном для предприятия русле управленческие решения участников системы.

В рамках вторичной координации контроллер:

– направляет управленческие решения наилучшим для предприятия образом (управление по целям);

– реагирует на изменения окружающей среды и приспосабливается под них (функции адекватности и инновации);

– обеспечивает менеджера релевантной информацией (функции контроллинга).

Остановимся на функциях контроллинга. Контроллинг, исходя из его сущности как вторичной координации в рамках системы управления, можно описывать тремя направлениями (рис.2).

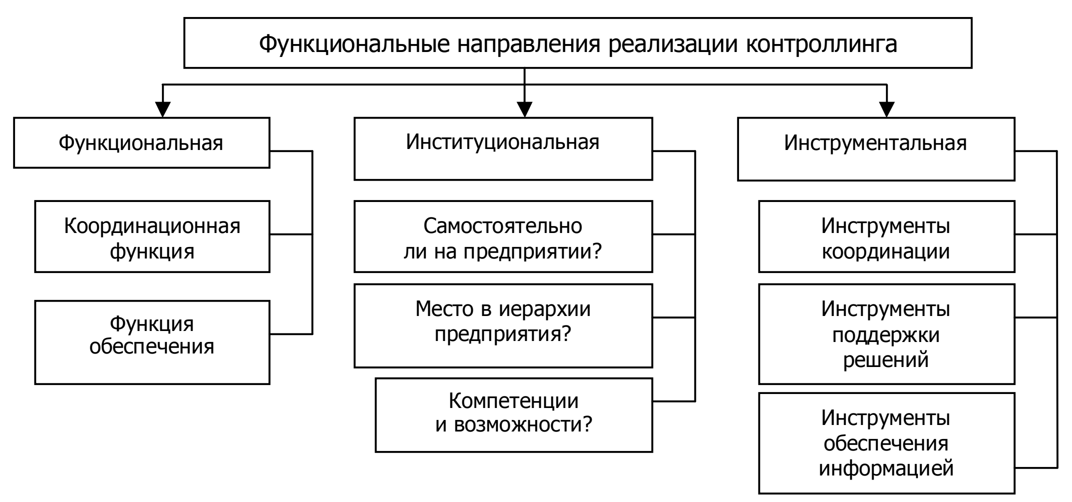


Рис.2. Функциональные направления реализации контроллинга [3]

Во-первых, функциональная точка видения характеризует выполняемые функции контроллингом на предприятии. Во-вторых, институциональная направленность исследует перспективы отделения и ограничения контроллинга как самостоятельной дисциплины и самостоятельной сферы на предприятии. В-третьих, инструментальная направленность – на сегодняшний момент наиболее расширенная и описанная – структурирует инструменты и методы практического контроллинга.

На рис.3 представлены функции контроллинга в зависимости от характера решаемых задач.



Рис.3. Основные задачи контроллинга [4]

Координация внутри управленческой системы. Контроллинг создает собственную систему планирования, которая отличается четкой регуляцией во времени и соблюдением горизонтального и вертикального планирования. Планирование соответствует следующим принципам:

– планы составляются по четким и фиксированным критериям;

– отдельные планы «консолидируются» в общий план;

– для каждого временного интервала составляется свой план, который также «консолидируется» в общий план; планы связаны между собой.

После этого необходимо разработать систему контроля, с ориентацией либо вперед, либо назад (feedback & feedforward). Во время планирования контроллер должен задаваться вопросом о соответствии плановых величин и систем контроля: «Способны ли выполнить данный план в будущем и как он соотносится с результатами прошлых периодов?».

Для координации внутри системы планирования существуют инструменты трансфертных цен и бюджетирования. Последняя позиция рассматривается как инструмент координации в контроллинге, так как:

– величины, задаваемые отдельному подразделению, входят в суммарный план всех подразделений, то есть предприятия;

– в результате создаются коммуникации в рамках плана между подразделениями предприятия и ликвидируются узкие места;

– каждый менеджер назначается ответственным за свой участок работы или подразделение.

Однако бюджетирование не поможет, а наоборот, навредит малым предприятиям, где нет четко выраженной организационной структуры и развитой системы стимулирования и мотивации.

Планирование подразделений предприятия можно координировать через трансфертные цены таким образом, чтобы и со стороны подразделения, и со стороны центра планы были оптимальными, а не субоптимальными.

Для оптимального управления подразделениями предприятия посредством трансфертных цен решают проблему распределения и доступа к информации в рамках контроллинга. Вместе с координацией внутри управленческой системы контроллинг определяет стиль менеджмента и бизнес-процессы.

Координация между частями управленческой системы. Контроллинг также ответственен за координацию между различными частями системы управления. Это более значительный уровень координации. Планирование и контроль являются как необходимым условием данной координации, так и ее инструментом. Правила контроллинга вводятся для планирования и контроля. Вместе с тем должна контролироваться каждая фаза процесса планирования.

Таким образом, заранее выстраивается саморегулирующийся механизм планирования и контроля, который приводит к наилучшему планированию.

Для обеспечения долгосрочного развития предприятия необходимо не только реагировать на изменения окружающей среды, рынка, а самому находиться в положении постоянного поиска новых путей, которые могут изменить как само предприятие, так и окружающую среду.

Построение системы постоянного сравнения план-факт, а также анализа производимых отклонений и изучение их природы позволяет более углубленно анализировать как внутреннюю, так и внешнюю среду.

Задача контроллинга в координации между частями управленческой системы – постоянно прогнозировать состояние факта, и либо вовремя корректировать состояние плана, либо принимать меры по достижению плана.

В данном случае авторы придерживаются мнения исключения функции координации из функций контроллинга, так как данная функция присуща собственно системе управления [4]. В этом случае авторы считают, что выполнение функции планирования и контроля необходимо для наиболее оптимального выполнения координации со стороны управления.

Функция обеспечения (поддержка управленческих решений). Поддержка решений менеджмента разделяется на две задачи: предложить адекватную ситуации модель принятия решений и обеспечить необходимой для ее функционирования информацией. Вторая задача: введение и сопровождение информационной системы, ориентированной на модель принятия решений.

Предлагаемая модель каждого решения состоит из нескольких моделей, которые в свою очередь обеспечивают различные варианты действий. Однако следует иметь в виду, что все предлагаемые модели не могут охватить весь возможный спектр действий и часть решений остается «за бортом» модели.

Вместе с поддержкой управленческих решений вводится планирование, ориентированное на успех с вычислением потенциальных направлений.

Функция обеспечения (информационное обеспечение). Задача обеспечение информацией для координации и поддержки управленческих решений способствует созданию контроллингом собственной информационной системы, ее внедрению и развитию. В информационной системе данные, вычислительные машины и методы должны быть соединены таким образом, чтобы учитывать потребности пользователя.

Следует различать оперативную и стратегическую информацию. Стратегическая информация сигнализирует об изменениях во внешней среде, потенциале предприятия, а оперативная – в сфере финансового и управленческого учета.

В последнее время на предприятиях оперативную информацию чаще всего используют в рамках стратегического информирования, конкретнее, при анализе выполнения стратегии пред-

приятия в данный период времени и места нахождения предприятия в «системе координат» клиентов, поставщиков, акционеров и т. д. Одним из ярких примеров сосредоточения двух направлений является применение системы сбалансированных показателей, что является основным инструментом сферы стратегического контроллинга при выполнении данной задачи. Вспомогательным же инструментом будет в данном случае корпоративная информационная система.

Заключение. С помощью созданной контроллингом информационной системы менеджмент предприятия в нужное время в нужном месте получает информацию в соответствующем объеме. Информационная система может содержать как точную информацию (например, финансовый учет), так и приблизительную. Контроллинг, обеспечивая контроль и координацию действий по управлению предприятием, обеспечивает его эффективное долгосрочное развитие.

Библиографический список

1. Дайле А. Практика контроллинга / А. Дайле. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 343 с.

2. Ossadnik W. Controlling. 2-durches. Und. Verb. Aufl. / W. Ossadnik. – Muenchen; Wien: Oldenbourg, 1998. – P.20.

3. Майер Э. Контроллинг как система мышления и управления / Э. Майер. – М.: Финансы и статистика, 1993. – 254 с.

4. Колпаков Я.М. Финансовый анализ на службе дистрибуции / Я.М. Колпаков // Консультант. – 2005. – №5. – С. 55-61.

Материал поступил в редакцию 20.06.2011.

References

1. Dajle A. Praktika kontrollinga / A. Dajle. – M.: Finansy` i statistika, 2001. – 343 s. – In Russian.

2. Ossadnik W. Controlling. 2-durches. Und. Verb. Aufl. / W. Ossadnik. – Muenchen; Wien: Oldenbourg, 1998. – P.20.

3. Majer E`. Kontrolling kak sistema my`shleniya i upravleniya / E`. Majer. – M.: Finansy` i statistika, 1993. – 254 s. – In Russian.

4. Kolpakov Ya.M. Finansovy`j analiz na sluzhbe distribucii / Ya.M. Kolpakov // Konsul`tant. – 2005. – #5. – S. 55-61. – In Russian.

CONTROLLING IN ENTERPRISE MANAGEMENT SYSTEM

B.C. MESKHI, V.Y. IVANOV
(Don State Technical University)

Controlling as a coordinate system of the external and internal environment of the modern enterprise is analyzed. The key functions of controlling, their implementation features are considered.
Keywords: *controlling, coordination, function, enterprise subsystems, management.*

УДК 631.145

СТРАТЕГИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.М. ХАБАРОВ
(Донской государственный аграрный университет)

Обосновано, что динамичное и устойчивое развитие сельского хозяйства Ростовской области возможно только при активном и компетентном государственном регулировании, при наличии тщательно разработанной долгосрочной стратегии, четком определении общих целей и приоритетов, путей и методов их реализации.
Ключевые слова: *долгосрочная стратегия, устойчивое развитие сельского хозяйства, государственное регулирование.*

Введение. Сельское хозяйство остается для государства приоритетной отраслью, поскольку является основой прежде всего продовольственного обеспечения, а, следовательно, и продовольственной независимости. В условиях рыночной экономики возникают взаимосвязанные проблемы устойчивого развития сельского хозяйства, конкурентоспособности и продовольственной безопасности. Так, неустойчивость функционирования и развития сельского хозяйства отрицательно влияет не только на его конечные результаты, но и на народное хозяйство в целом, вызывает экономический резонанс по всей цепи межотраслевых связей агропромышленного комплекса.

Сущность стратегии устойчивого развития сельского хозяйства на современном этапе состоит в обеспечении комплексного и системного использования резервов и факторов повышения их эффективности, конкурентоспособности и создания на этой основе предпосылок для устойчивого долговременного роста и развития региональной экономики, обеспечения продовольственной безопасности, максимально высоких темпов повышения реальных доходов и повышения качества жизни населения регионов.

Механизмы рыночного саморегулирования и государственного регулирования имеют функциональные различия. Они тесно связаны между собой и имеют единую направленность на достижение устойчивого, эффективного социально-экономического развития. Результаты этого развития зависят от характера, принципов и приоритетов использования, как рыночных инструментов, так и всей системы государственно-административного регулирования. Активная стимулирующая и регулирующая роль рыночного механизма реализуется более эффективно при гибкой системе государственного регулирования. Для агропромышленного комплекса эта гибкость важна в связи с его спецификой, такой как пространственная рассредоточенность, многообразие условий производства, сезонность, оперативность реализации скоропортящейся продукции, особенно малорентабельной и др. Поэтому актуальным является поиск эффективных программно-целевых рычагов государственного управления и регулирования устойчивым развитием сельского хозяйства регионов.

Оценка сельскохозяйственного производства Ростовской области за 1991-2010 гг. За последнее десятилетие в аграрном секторе экономики России проходила поспешная реализация различных государственных программ, направленных на повышение объемов сельскохозяйственного производства. Процесс государственной поддержки реализовывался в регионах с учетом специфики и особенностей субъекта. По мнению О.А. Холодова [5], осуществление государственных программ на селе происходило не столько по объективным факторам, а в значительной степени исходя из политического желания своевременно и быстро выполнить различные решения федерального центра по поддержке агропромышленного комплекса, полагая, что это позволит в кратчайшие сроки успешно решить проблему продовольственного обеспечения. Решение этой важной проблемы осложнялось последствиями мирового финансового кризиса, дестабилизационно повлиявшего на государственный бюджет.

В Ростовской области за период с 1991 по 2009 гг. производство зерновых культур сократилось на 30,0%, овощей – на 8,0%, при этом значительно увеличилось производство сахарной свеклы, на 44,0% – подсолнечника, картофеля – на 52,0%, что объясняется высокой рентабельностью производства данных культур. В 2007-2009 гг. озимые зерновые в валовом сборе зерно-

вых и зернобобовых культур занимали 76,2-83,6%, из них основная часть принадлежит озимой пшенице – главной продовольственной культуре. В 2009 году производство мяса в регионе составляло 56,9% от объема производства 1990 года, молока – 61,4%, яиц – 86,2%, шерсти – 14,3%. При этом необходимо отметить, что за период 2007-2009 гг. в Ростовской области наблюдался рост основных видов продукции животноводства: производство мяса во всех категориях хозяйств увеличилось с 323,6 тысяч тонн в 2007 году до 378,8 тысяч тонн в 2009 году (на 17,1%), молока – 952,9 тысяч тонн до 1037,8 тысяч тонн (на 8,9%).

В результате исследования выявлено, что отдельные организации своевременно адаптировались к рыночным условиям и сохранили свою устойчивость самостоятельно, другие, став участниками Программы финансового оздоровления, получили возможность восстановить утерянную ими экономическую устойчивость посредством отсрочки и рассрочки задолженности, третьи вошли в состав интегрированных образований.

Особенно остро на современном этапе стоит проблема финансовой несостоятельности сельскохозяйственных предприятий, стратегическое значение которых не позволяет их ликвидировать. Особенностями формирования финансов сельскохозяйственных организаций являются:

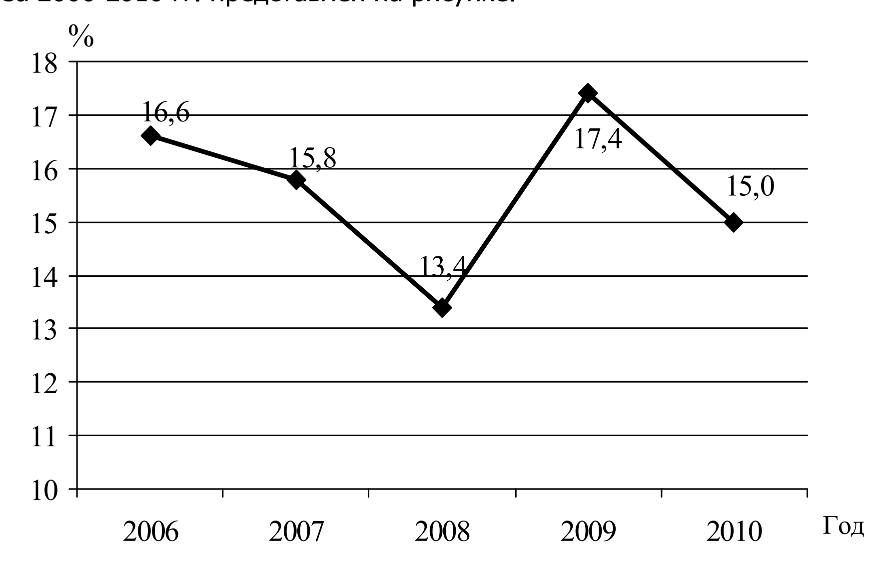
– высокая зависимость от внешних источников финансирования, обусловленная разновременностью формирования доходных и расходных потоков денежных средств в результате неравномерности поступления выручки от продажи сельскохозяйственной продукции;

– недостаточность собственных источников финансирования в связи с иммобилизацией значительной доли финансовых ресурсов в образовании сезонных производственных запасов;

– прямая зависимость формирования финансовых результатов деятельности от природно-климатических условий.

Вследствие отмеченных особенностей деятельность сельскохозяйственных организаций сопровождается высокими рисками, которые влияют на формирование финансов и объективно обусловливают активное участие государства в регулировании деятельности данных организаций посредством их субсидирования, изменения условий налогообложения, использования льготного кредитования, порядка и условий страхования, лизинга и др.

Удельный вес убыточных крупных и средних сельскохозяйственных организаций Ростовской области за 2006-2010 гг. представлен на рисунке.



Удельный вес убыточных крупных и средних сельскохозяйственных организаций Ростовской области за 2006-2010 гг., %

Производственно-экономические показатели сельского хозяйства Ростовской области, соседних регионов и Российской Федерации за 2010 год представлены в табл.1.

Таблица 1

Производственно-экономические показатели сельского хозяйства Ростовской области, соседних регионов РФ и Российской Федерации за 2010 год (данные администрации Ростовской области)

Показатель	Ростовская область	Волгоградская область	Краснодарский край	Ставропольский край	Россия	Ростовская область в % к России
Объем производства продукции сельского хозяйства за 2010 год, млрд. руб.	108,0	64,5	191,7	82,7	2444,8	4,42
Индекс сельхозпроизводства, в % к 2009 году	98,6	87,7	104,5	103,3	88,4	111,51
Растениеводство:						
Валовой сбор зерновых и зернобобовых культур, млн. тонн	8,8	1,5	10,2	7,0	60,9	14,45
Урожайность зерновых и зернобобовых культур (с убранной площади), ц/га	25,1	12,2	48,0	33,4	18,2	137,91
Валовой сбор подсолнечника, тыс. тонн	901,1	420,4	1029,2	341,3	5338,0	16,88
Урожайность подсолнечника, ц/га	10,0	7,7	21,0	14,0	9,6	104,17
Валовой сбор овощей, тыс. тонн	487,8	726,0	667,1	274,9	12145,0	40,16
Урожайность овощей, ц/га	130,2	256,0	100,9	127,5	181,0	71,93
Животноводство:						
Производство продукции животноводства в хозяйствах всех категорий						
Мясо (скот и птица на убой в живом весе), тыс. тонн	378,6	210,0	547,7	300,0	10500	3,61
В % к 2009 году	100,0	104,4	105,5	104,2	105,5	94,79
Молоко, тыс. тонн	1002,2	489,6	1296,8	634,4	319000	0,31
В % к 2009 году	96,8	101,5	97,9	101,7	97,9	98,88
Яйца куриные, млн. шт.	1578,7	780	1800	887,3	40600	3,89
В % к 2009 году	106,3	102,7	103,7	107,7	102,9	103,30
Продуктивность скота и птицы (в сельхозорганизациях):						
Средний удой молока от 1 коровы, кг	4002	3369	5447	-	-	-
В % к 2009 году	101,7	99,9	101,0	-	-	-
Яйценоскость курицы-несушки, шт.	312	287	295	-	-	-
В % к 2009 году	98,1	99,0	98,3	-	-	-
Численность сельскохозяйственных животных (в хозяйствах всех категорий):						
Крупного рогатого скота, тыс. голов	568,3	313,9	650,4	366,4	20000,0	2,84
В % к 2009 году	100,4	99,4	98,8	97,5	98,9	101,52
Коров, тыс. голов	253,6	147,3	258,8	180,5	8800,0	2,88
В % к 2009 году	100,0	97,9	97,7	98,9	97,5	102,56
Свиней, тыс. голов	533,1	525,9	1016,5	311,7	17200,0	30,10
В % к 2009 году	70,3	103,6	94,0	82,5	99,5	70,65
Овец и коз, тыс. голов	908,9	773,6	152,2	2089,5	21800,0	4,17
В % к 2009 году	104,1	101,2	99,6	98,4	99,0	105,15
Цены						
Индекс цен производителей пищевых продуктов (декабрь 2010 г. к декабрю 2009 г.)	120,5	116,1	115,9	-	-	-
Индекс потребительских цен (декабрь 2010 г. к декабрю 2009 г.)	109,4	109,5	108,5	-	-	-

Эффективность программно-целевых рычагов государственного управления и регулирования устойчивого развития сельского хозяйства Ростовской области. Аграрная политика Ростовской области определена в Федеральном законе РФ от 29.12.2006 №264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства», Постановлении Правительства РФ от 14.17.2007 № 446 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохо-

зяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 годы» и Областном законе от 19.11.2009 №326-ЗС «О развитии сельского хозяйства в Ростовской области» как составная часть государственной и региональной социально-экономической политики, направленной на устойчивое развитие сельского хозяйства и сельских территорий. Основными приоритетами аграрной политики в Ростовской области на 2010-2013 гг. являются:

– сохранение, восстановление и повышение плодородия земель сельскохозяйственного назначения;

– обеспечение увеличения производства продукции животноводства и растениеводства;

– создание условий для переработки и реализации сельскохозяйственной продукции;

– оказание содействия муниципальным образованиям в сфере сельскохозяйственного производства;

– кадровое обеспечение сельскохозяйственного производства, предоставление консультационной помощи сельскохозяйственным товаропроизводителям;

– устойчивое развитие сельских территорий, содействие развитию малого и среднего предпринимательства, а также несельскохозяйственных видов деятельности;

– осуществление инновационной политики, в том числе за счет создания условий для эффективного использования научно-технического потенциала, разработки и внедрения новых технологий производства сельскохозяйственной продукции.

Устойчивое производство сельскохозяйственной продукции с сохранением и повышением почвенного плодородия невозможно без применения удобрений, их внесение должно быть дифференцированным, рациональным, на основе агрохимического картографирования.

Недостаточная техническая оснащенность сельскохозяйственного производства негативно влияет на развитие сельского хозяйства, сдерживается рост производительности труда, нарушаются оптимальные сроки проведения агротехнических работ, вследствие чего теряется значительная часть урожая.

В увеличении производства продукции животноводства первостепенная роль отводится созданию прочной кормовой базы. Низкий уровень кормления и недостаточное количество кормов не дают должных результатов. Важнейшим условием повышения эффективности кормления, а следовательно, повышения продуктивности является полноценность рационов.

В Ростовской области баланс ресурсов и использования продукции животноводства сохраняется в основном за счет увеличения производства продукции. При этом потребление мяса и мясопродуктов превышает его производство, а производство молока, молокопродуктов и яиц выше потребления данной продукции. Это свидетельствует о необходимости интенсивного увеличения производства мяса.

Одной из главных проблем развития отрасли животноводства и перерабатывающей промышленности Ростовской области являются низкие объемы производства основных видов продукции животноводства, сосредоточение поголовья скота и производства в личных хозяйствах, что затормаживает процесс индустриализации отрасли и удешевления производимой продукции. Недостаточная поддержка сельхозтоваропроизводителей, неэффективное использование мощностей перерабатывающих предприятий, дефицит оборотных средств предприятий переработки, жесткая конкуренция со стороны перерабатывающих предприятий соседних регионов, – все это негативно влияет на развитие отрасли животноводства.

Анализ показателей отрасли животноводства Ростовской области позволил сделать вывод, что, несмотря на увеличение поголовья животных, валового производства продукции отрасли, продуктивности сельскохозяйственных животных, регион на данный период не может обеспечить своих жителей всей необходимой продукцией.

Таким образом, соглашаясь с мнением ученых [4, с.66], можно сделать вывод, что объективная необходимость государственного регулирования развития сельского хозяйства обусловлена спецификой данной отрасли, а также следующим:

– во-первых, спрос на продовольственное сырье является «малоэластичным». Спрос определяется не только такими экономическими факторами, как уровень доходов потребителя и цены на продовольствие, но и физиологическими потребностями, которые имеют жесткие пределы. При росте розничных цен население снижаются потребности на высококачественные продукты питания (например, лучшие виды мяса и рыбы), фрукты, ранние овощи, марочные вина и т.д., а также на товары длительного пользования, социальные услуги. Однако, в общем, спрос по подавляющему большинству продовольственных товаров мало зависит от уровня доходов потребителей и цен;

– во-вторых, сельское хозяйство по своей природе, является относительно консервативной отраслью и не может немедленно перестроить структуру и технологию производства. Существует значительный разрыв во времени, например, между существенным ростом спроса или цен и адекватной реакцией сельского хозяйства. Так, в скотоводстве для приспособления к новому, более высокому уровню цен или спросу требуется пять – семь лет, а в полеводстве – два – три года. Таким образом, длительность производительного цикла в большинстве сельскохозяйственных отраслей означает, что независимо от рыночной ситуации объем предложений не может быть сокращен или увеличен за короткий период времени;

– в-третьих, на рынке продовольствия действуют два «малоэластичных компонента»: спрос и предложение на продовольствие. При относительно небольших колебаниях в спросе и предложении рыночные силы самостоятельно могут их балансировать через систему меняющихся цен. Но при сколько-нибудь значительном изменении обоих или одного из них, цены становятся крайне эластичными, быстро растут или падают. Резкие колебания цен оказывают дестабилизирующее влияние на экономику и социальную сферу. Поэтому государство должно принимать меры по ограничению колебаний цен на продовольствие. Таким образом, теория продовольственного рынка с двумя неэластичными компонентами – спросом и предложением, – и крайне эластичными ценами стала общепризнанной. Яркий пример такого признания – создание в начале 30-х годов XX века товарно-кредитной корпорации в США для преодоления кризиса и введение методов регулирования рынков продовольствия во всех развитых странах;

– в-четвертых, необходимость государственного прогнозного регулирования сельского хозяйства вызвана тем, что немонопольному аграрному рынку противостоят олигопольные структуры АПК (сельскохозяйственное машиностроение, производство удобрений и химических средств, промышленное кормопроизводство), устанавливающие так называемые административные или прейскурантные цены. В связи с этим особо актуальной является проблема ценового паритета. Либерализация цен привела к тому, что рост цен на ресурсы опережал рост цен на сельскохозяйственные товары. В связи с этим одним из основных принципов государственного регулирования на переходном этапе является обеспечение взаимовыгодного обмена между сельским хозяйством и отраслями, производящими средства производства [4];

- в-пятых, сельское хозяйство является одновременно и отраслью производства, и сферой жизнедеятельности людей. Ликвидация сельскохозяйственного производства означает смену места жительства или даже образа жизни. Ограниченная конкурентоспособность сельских жителей на рынке труда заставляет крестьян и общественность активно отстаивать программы государственной поддержки сельского хозяйства.

Как показали исследования, макроэкономическими составляющими в развитии животноводства стали показатели национального проекта «Развитие АПК» и Государственной программы «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 годы» (табл.2).

Таблица 2

Выполнение целевых индикаторов Соглашения по реализации Госпрограммы развития сельского хозяйства в Ростовской области за 2010 г. (данные администрации Ростовской области)

№ п/п	Наименование целевого индикатора, ед. измер.	2010 г.		Выполнение плана, %	2010г. к 2009г., %
		План	Факт		
	Устойчивое развитие сельских территорий:				
1	Ввод и приобретение жилья для граждан, проживающих в сельской местности, всего, тыс. кв. м	64,941	64,942	100,0	в 2,5 раза
	- в том числе молодых семей и специалистов на селе, тыс. кв. м	43,226	43,226	100,0	в 3 раза
2	Обеспеченность сельского населения питьевой водой, %	55	55	100,0	+3,4 п.п.
3	Уровень газификации домов (квартир) сетевым газом, %	53,2	53,2	100,0	+2,8 п.п.
	Развитие животноводства:				
4	Производство скота и птицы (в живом весе), тыс. тонн	330,0	378,6	114,7	100,04
5	Производство молока, тыс. тонн	974,4	1002,2	102,9	96,8
6	Удельный вес племенного скота в общем поголовье, %	10,1	25,7	254,5	+0,2 п.п.
7	Маточное поголовье овец и коз в сельхозорганизациях, КФХ, тыс. голов	196	258,8	132,0	100,3
	Развитие растениеводства:				
8	Внесение минеральных удобрений, тыс. тонн д.в.	200	203,2	101,6	106,9
9	Удельный вес площади, засеваемой элитными семенами, в общей площади посевов	7,0	7,0	100,0	+0,5 п.п.
10	Предотвращение выбытия сельхозугодий из сельхозоборота, тыс. га	12	12,3	102,5	123,0
	Повышение доступности кредитов:				
11	Субсидируемые краткосрочные кредиты (до одного года), млн. рублей	6037,5	8445,2	139,9	70,2
12	Субсидируемые инвестиционные кредиты (на срок до 8 лет), млн. рублей	12638,6	12648,4	100,1	117,5
13	Субсидируемые кредиты малых форм хозяйствования (КФХ, ЛПХ, СПОК), млн. рублей	1736,0	1373,8	79,1	56,3
14	Субсидируемые инвестиционные кредиты (на срок до 10 лет) на приобретение сельхозтехники, млн. рублей	1418,1	2235,7	157,7	108,2
15	Приобретение сельхозтехники сельхозорганизациями и КФХ:				
	- тракторы, штук	1723	975	56,6	111,7
	- комбайны зерноуборочные, штук	689	497	72,1	97,8
	Снижение рисков в сельском хозяйстве:				
16	Удельный вес застрахованных посевных площадей в общей посевной площади, %	14	5,2	56,6	–1,7 п.п.
17	Объемы реализации зерна хозяйствами всех категорий, млн. тонн	4,704	5,080	104,2	100,2

Заключение. Приведенные данные позволяют сделать вывод, что реализация Госпрограммы развития сельского хозяйства в Ростовской области за 2010 г. стала импульсом в развитии отрасли, доказательством, что целенаправленная государственная поддержка может давать положительные результаты.

Библиографический список

1. Федеральный закон РФ «О развитии сельского хозяйства» от 29.12.2006 г., №264-ФЗ.
2. Постановление Правительства РФ «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 годы» от 14.17.2007 г., №446.
3. Областной закон «О развитии сельского хозяйства в Ростовской области» от 19.11.2009 г., №326-ЗС.
4. Ковалева Н.Н. Концептуально-методические основы государственной поддержки и регулирования АПК / Н.Н. Ковалева // Интеграция науки, образования и бизнеса для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: мат. междунар. науч.-практ. конф., 2-4 февраля 2010 г., п. Персиановский /ДГАУ, 2010. – 350 с.
5. Холодов О.А. Современное состояние сельскохозяйственного производства региона / О.А. Холодов // Проблемы функционирования и развития экономики регионов Северного Кавказа и ЮФО: вызовы и решения. – Ч.2. – Краснодар, 2010. – 607 с.

Материал поступил в редакцию 08.06.2011.

References

1. Federal\`ny\`j zakon RF «O razvitii sel\`skogo xozyajstva» ot 29.12.2006 g., #264-FZ. – In Russian.
2. Postanovlenie Pravitel\`stva RF «O Gosudarstvennoj programme razvitiya sel\`skogo xozyajstva i regulirovaniya ry\`nkov sel\`skoxozyajstvennoj produkcii, sy\`r\`ya i prodovol\`stviya na 2008-2012 gody\`» ot 14.17.2007 g., #446. – In Russian.
3. Oblastnoj zakon «O razvitii sel\`skogo xozyajstva v Rostovskoj oblasti» ot 19.11.2009 g., #326-3S. – In Russian.
4. Kovaleva N.N. Konceptual\`no-metodicheskie osnovy\` gosudarstvennoj podderzhki i regulirovaniya APK / N.N. Kovaleva // Integraciya nauki, obrazovaniya i biznesa dlya obespecheniya prodovol\`stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 2-4 fevralya 2010 g., p. Persianovskij /DGAU, 2010. – 350 s. – In Russian.
5. Xolodov O.A. Sovremennoe sostoyanie sel\`skoxozyajstvennogo proizvodstva regiona / O.A. Xolodov // Problemy\` funkcionirovaniya i razvitiya e\`konomiki regionov Severnogo Kavkaza i YUFO: vy\`zovy\` i resheniya. – Ch.2. – Krasnodar, 2010. – 607 s. – In Russian.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGY OF ROSTOV REGION AGRICULTURE

V.M. KHABAROV
(Don State Agrarian University)

It is proved that the dynamic and sustainable agriculture development of the Rostov region is possible only under the active and competent state regulation, with the elaborated long-term strategy, clearly defined common objectives and priorities, ways and means of their implementation.
Keywords: *long-term strategy, sustainable agriculture development, state regulation.*

УДК 159.9.33

АКМЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСПЕШНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЯ

З.Г. ХАНОВА
(Дагестанский государственный университет)

Рассмотрены психологические проблемы предпринимательской деятельности. Проанализированы психологические качества предпринимателя, приводящие его к успеху: инициативность, положительное отношение к другим, лидерство, ответственность, организационные способности, решительность в действиях, упорство.
Ключевые слова: *предприниматель, лидер, деятельность, успешность, активность, риск, управление, мотивация, компетенция, конкуренция, бизнес.*

Введение. Предпринимательство, возродившееся в нашей стране в начале 90-х годов XX века, сразу стало объектом пристального внимания психологической науки. К настоящему моменту накоплен значительный эмпирический материал, характеризующий психологические особенности предпринимательской деятельности, личности предпринимателя и различных аспектов его поведения. Современное понимание предпринимательства как экономического явления и роли предпринимательства в экономическом развитии представлено в работах Й. Шумпетера, Ф. фон Хайека, Дж. М. Кейнса, П. Друкера и др. В последние годы осмысление этого феномена становится все более актуальным и для отечественной науки.

Попытки определения предпринимателя не просто как субъекта особого вида экономической деятельности, но как человека особого психологического склада, отличительные свойства которого могут проявляться и рассматриваться безотносительно к содержанию выполняемой им экономической функции, осуществляются начиная с работ Й. Шумпетера. Эта идея послужила мощным толчком к проведению психологических исследований, основной целью которых явился поиск тех специфических качеств, которые побуждают человека к предпринимательской деятельности и обеспечивают эффективное выполнение предпринимательских функций.

Предпринимательство – это процесс реализации личного замысла, идеи, приумножения богатства, связанный с определенным, иногда значительным, риском, полным посвящением себя созданию собственного дела, поиском путей предложения своим потенциальным клиентам нового товара или услуги. Этот товар или услуга необязательно должны быть чем-то совершенно новым, главное, чтобы предприниматель сумел придать им новый смысл, увеличить их ценность, затратив на это необходимые силы и средства и получив взамен прибыль.

В наиболее общем виде под предпринимательством понимается разновидность экономической деятельности, основанная на распоряжении ресурсами (материальными, финансовыми, трудовыми) и направленная на получение дохода. Другими видами экономической деятельности являются наемный труд и индивидуальное (коллективное) хозяйствование.

Предпринимательство отлично по своей сущности от наемного труда и не является в строгом смысле видом профессиональной деятельности. Особенностью предпринимателя, отличающей его от других субъектов экономической деятельности, является работа на себя, создание своего дела. Принципиальная разница между наемным трудом и предпринимательством состоит в различном отношении к собственности. Учет этого обстоятельства является принципиальным для понимания психологии предпринимателя. Как собственник предприниматель руководствуется иными мотивами и преследует иные цели, нежели наемные работники.

С экономической точки зрения предприниматель – это человек, умеющий объединить средства, труд, материалы и т.д. таким образом, что их совокупная функциональная стоимость возрастает, т.е. он вносит изменения, осуществляет инновации и преобразует заведенный порядок.

С точки зрения психологии, предпринимателем можно считать человека, движимого определенными мотивами, среди которых ведущие – желание добиться чего-то в жизни, стремление сделать что-то новое, самоутвердиться, стать независимым.

Выделяют несколько типов предпринимателей, различающиеся по социально-психологическим критериям их деловой активности. Представители одного типа склонны в большей степени ориентироваться на субъективную оценку внешних условий (благоприятность экономических условий для ведения бизнеса, материальные условия жизни семьи), а представители другого – на внутренние побуждения к предпринимательству, на оценку собственных возможностей в развитии своего бизнеса. В зависимости от соотношения этих оценок представители этих типов склонны использовать различные стратегии в деятельности и проявляют разный уровень деловой активности [7].

Существует обширный пласт психологической литературы, где проводится непосредственное увязывание психологических качеств с показателями успешности предпринимательской деятельности. Однако удовлетворительная модель «предпринимательской личности» отсутствует в психологической науке.

Модель «успешной предпринимательской личности». Личностные аспекты предпринимательской деятельности анализируются по трем направлениям: 1) черты личности предпринимателя; 2) предпринимательские мотивы; 3) специфические компетенции [2].

Выделяются следующие психологические качества, приводящие предпринимателя к успеху: инициативность, положительное отношение к другим, лидерство, ответственность, организационные способности, решительность в действиях, упорство. Обосновывается и более широкий набор личностных конструктов, коррелирующих с успешностью предпринимательской деятельности: стремление к независимости; стремление к финансовому успеху; специфические требования к работе (разнообразие работ, наличие ясной цели, субъективная важность цели и др.); чувство личной ответственности (уверенность, что успех в жизни зависит от самого человека); наличие высокого энергетического потенциала; стремление к достижению результата, включающее склонность к разумному риску, управлению ситуацией и получению обратной связи; уверенность в себе; толерантность к неопределенности; стремление к максимальному темпу.

Уровень самоценности у предпринимателей достаточно высок. Успешные предприниматели спокойно относятся к своим недостаткам и не склонны к «насилию» над собой для их коррекции. Предприниматели склонны настаивать на «полезности» всех своих психологических качеств, утверждая, что именно они формируют уникальность психологического образа и неожиданно обеспечивают победу.

Успешность финансовой деятельности и эффективность личностных стратегий предпринимателя не всегда способны обеспечить устойчивое функционирование деятельности. Среди проблем, вызывающих наибольшие затруднения у предпринимателей, следует назвать: повышенный уровень психологического напряжения, борьбу старого и нового, невозможность тратить много времени на развитие сотрудников фирмы, психологические перегрузки, неустойчивость поведенческих стратегий относительно разных членов команды и персонала.

Наряду с многочисленными исследованиями, основанными на диспозиционной модели, в психологии существуют работы, отрицающие возможность предсказать поведение человека в конкретной ситуации на основе данных о его психологических свойствах. В качестве альтернативы диспозиционному подходу предлагается рассматривать реакции на социальное окружение не в терминах личностных черт, а в терминах когнитивной компетентности, стратегий обработки информации, личных целей, субъективных ожиданий и других факторов социального научения.

С позиций интеракционистского подхода поведение предпринимателя определяется переменными человека, ситуацией и их взаимным влиянием друг на друга. Учет этих переменных необходим для построения модели личности предпринимателя. Искомая модель должна сочетать в себе как требование включенности индивида в социальную ситуацию, так и возможность описания субъективной репрезентации социальной реальности [5].

В психологической науке представление о невозможности достижения существенного успеха в деятельности без соответствующей внутренней мотивации является общепризнанным. В связи с этим характеристики данной группы можно рассматривать как личностные особенности трудно выделяемой группы «неуспешных предпринимателей».

Исследования выявили наличие у лидеров бизнеса психологических ограничителей, не позволяющих двигаться в пространстве прогноза. Успешные предприниматели предпочитают не обсуждать развитие экономической и политической ситуации в стране. При этом нежелание делать прогнозы обосновывается не столько экономическими и политическими факторами, сколько психологическими. Жесткое планирование и прогнозирование рассматривается предпринимателями как фактор, заранее повышающий вероятность неудачи и способствующий отрыву от реальности [1].

Отсутствие временной перспективы проявляется и в «финансовом» поведении. Большинство предпринимателей не могут отказать себе в чем-то сейчас ради большей выгоды в будущем. Влияя на финансовый контроль и финансовое планирование, временная деформация небезобидна для бизнеса. У предпринимателей она может проявляться в демонстративном личном потребительском поведении, в раздувании структуры фирмы при отсутствии финансового резерва на компенсацию неблагоприятных ситуаций и развитие перспективных направлений, на стратегические исследования и планирование. Имея личностные проблемы с временной перспективой, руководителю крайне трудно выдерживать грамотную, взвешенную финансовую политику [3].

Предпринимательское поведение может анализироваться через систему характерных мотивов. Д. Макклелланд провел серию экспериментальных исследований, объектами которых выступали как студенты учебных заведений, так и предприниматели. Этот опыт стал одной из первых серьезных попыток применения теории и методов психологической науки при анализе и решении проблем экономического развития [8].

Согласно Д. Макклелланду, отличительной психологической особенностью предпринимателей является более высокий уровень мотивации достижения, которую он определял как соревнование с некими существующими стандартами. Он выделяет пять мотивационных признаков, характерных для предпринимателя: потребность в трудовых достижениях, стремление к власти, потребность в общественном труде, уверенность в осуществимости задуманного, готовность к риску.

Индивиды с высоким уровнем мотивации достижения ведут себя как успешные, рациональные предприниматели. Они устанавливают для себя средний уровень трудности задач и стремятся к достижению максимального успеха в их решении. Для них также характерно следующее: позитивное отношение к ситуации достижения; стремление к решению интересных, достаточно сложных, но реально выполнимых задач; уверенность в успешном решении задачи; высокая настойчивость в достижении поставленной цели; стремление к разумному риску и отсутствие интереса к сверхсложным и очень простым задачам; интерес к ситуации соревнования с другими индивидами и активный поиск информации о своих результатах; проявление активности, решительности и ответственности за результат в неопределенных ситуациях; повышение уровня притязаний при достижении успеха и его снижение при неудаче [4].

Успех повышает их активность, однако, неудачи приводят к еще более резкому ее снижению. Индивидуальные особенности мотивации личности определяются сочетанием в разной степени выраженности того и другого типа мотивации. По мнению многих исследователей, отличительной особенностью успешных предпринимателей является выраженное преобладание мотивации достижения успеха над мотивацией избегания неудач [6].

Субъективная убежденность в нем самого предпринимателя является значимой детерминантой успеха. Сила мотивации определяется убежденностью в том, что он в состоянии активно воздействовать на окружающую обстановку, менять ее и добиваться нужных для себя результатов. Важным фактором при создании своего дела является также стремление к автономии и автаркии (т.е. к самостоятельности, самодостаточности, независимости и т.п.).

В предпринимательстве максимально полно удается реализовать себя тем, кто в основном полагается на свои силы, высоко оценивает собственные возможности в повышении успешности своего бизнеса. Предприниматели, наиболее полно сумевшие применить свои умения и способности, весьма успешны, они чаще достигают поставленных целей.

Бизнесмены используют различные психологические приемы для поддержания внутренней мотивации (увлечения, опора на личную независимость и др.). Вместе с тем, успешные предприниматели отмечают недостаточность личностного потенциала для ведения бизнеса и выражают заинтересованность в дальнейшей профессионализации себя в бизнесе [1].

Предпринимательская деятельность анализируется в психологической науке и с точки зрения специфичности образа действий предпринимателя. В связи с этим рассматриваются личная инициатива, позиция предпринимателя и организация стратегического процесса. Личная инициатива отражает стремление активно и по собственному желанию решать задачи и выполнять работы, выходящие за пределы требований настоящей ситуации. Проявлением личной инициативы является поиск новых путей, отсутствие стремления делегировать кому бы то ни было решение сложных проблем и принятие ответственности, настойчивость.

Личную инициативу предпринимателя характеризуют следующим образом [8]:

1) соответствие проблемному полю организации (предприятия);

2) наличие долгосрочной перспективы;

3) направленность на конкретные цели и действия;

4) выдержанность и устойчивость, несмотря на препятствия и неудачи;

5) инициативность и превентивная активность.

Предпринимательская позиция определяется принятием риска, превентивной активностью и инновационностью. Наличие предпринимательской позиции позитивно влияет на работу и успех бизнеса. Предпринимательскую позицию определяют три параметра:

1) принятие риска – готовность взять на себя предпринимательские и хозяйственные риски, что выражается в приоритете очень рискованных проектов и акций с большими шансами на высокую прибыль по сравнению с менее рискованными проектами с небольшими, но вполне гарантированными поступлениями;

2) превентивная активность – готовность инициировать акции и проекты, на которые конкурент должен обязательно отреагировать. Предприниматель пытается первым, намного опережая своих конкурентов, ввести новые продукты, технологии, услуги, организационные формы и т.п. (лозунг: инновация, а не имитация);

3) инновационность – готовность широко проводить научные исследования, разработки и инновации, при этом неудачи воспринимаются как неизбежные издержки риска, а инновационный успех как вознаграждение [2].

Проблема риска, с психологической точки зрения, в предпринимательской деятельности является одной из центральных. Экономическая деятельность в условиях неопределенности и риска является одной из отличительных особенностей предпринимательской деятельности. Более успешные предприниматели предпочитают умеренный риск. В сравнительном исследовании менеджеров и предпринимателей (руководителей – собственников фирм) обнаружено отсутствие значимых различий между ними по отношению к риску. Однако в сравнении со средними (нормативными) значениями обе группы показали более высокую склонность к риску.

В случае серьезных неудач практически никто из предпринимателей не намерен оставить предпринимательскую деятельность. Большинство предпринимателей проявляет высокую самостоятельность, уверенность в себе и предпочитают надеяться на свои силы и после того, как потерпят неудачу. Среди предпринимателей, терпевших крупные неудачи в своей деятельности, ни один не предпочел переход на государственное предприятие или на работу к другому предпринимателю [6].

Под организацией стратегического процесса понимается систематическое и профессиональное планирование. Планирование, комбинированное с быстрой реакцией на возникающие ситуации и возможности в окружающей среде, является значимым фактором успеха предпринимательской деятельности.

Важная психологическая характеристика успешного предпринимателя – «парадоксальность подхода». Конкурентность порождает стремление избегать стереотипов, особую чувствительность к новизне информации и способу ее подачи. При разрешении ситуации предприниматели склонны принимать нетривиальные решения. Специфической особенностью успешного

предпринимателя является многовариантность личности, проявляющаяся в способности «все начинать заново» и принимать непредсказуемые решения.

Лидеры бизнеса сначала создают «опережающие реальности», а затем достигают их. Это способствует выработке действительно новых подходов в бизнесе и их быстрому внедрению в практику. Первоначально разрабатывается не сама идея, а механизм ее реализации с последующей проработкой идейной концепции [1].

В российском бизнесе выделяются два класса социальных ориентаций. Первый составляют те, для кого предпринимательство является средством для других жизненных целей: для того чтобы «выбиться в люди», «роскошно жить» или использовать бизнес для получения или укрепления власти). Ко второму типу (инновационному) относятся люди, для которых бизнес является самоцелью. Это небольшой по сравнению с первым классом слой. Такие предприниматели ставят на первый план способность «плыть против течения», преодолевать сопротивление, устанавливать контакты с нужными людьми и влиять на окружающих. Но постоянно присутствует и другой мотив: зависимость успеха от духовной раскрепощенности, готовности не жалея сил и энергии отдаваться делу в ущерб всему остальному [1].

Предприниматели, умеющие найти применение своим талантам, успешны и в социальном плане, чаще получают удовольствие как от процесса деятельности, так и от его социального результата. Они чаще ощущают, что людям нравится работа их фирмы. Кроме того, предприниматели, высоко оценившие степень реализации своих знаний и способностей, выше оценивают материальный уровень жизни семьи, т.е. они сумели реализовать себя как человека, ответственного за семью. Их больше устраивает сфера их деятельности и они удовлетворены экономическими результатами и своей деятельностью в целом.

Предприниматели, отмечающие высокую степень реализации своих знаний, умений, способностей, сумели в основном удовлетворить свои потребности в активности, творчестве, в достижении успеха, в общении, в материальном достатке, в альтруистических побуждениях (мотивы общественный пользы) и потребности в независимости и всесторонней самореализации. В связи с этим оценку степени самореализации можно рассматривать в качестве показателя адаптации к предпринимательству как виду экономической деятельности [6].

Исследователи отмечают большое значение для успеха предпринимательской деятельности высокой социальной компетенции, основными составляющими которой являются: коммуникационные способности, контактность, готовность и умение разрешать конфликты, внимание к партнеру, чувство ответственности, эмоциональная устойчивость, мотивационные способности, стремление обучаться, способность к самоанализу, чувство справедливости.

Позитивное влияние на успех предпринимательской деятельности оказывают специфические знания в области социальных взаимодействий относительно мотивации и ресурсов партнеров. Социальная компетенция, реализуясь в удовлетворенности клиента и мотивации персонала, прямо или косвенно влияет на результативность предпринимательской деятельности.

Позитивное влияние на успешность предпринимательской деятельности оказывает сетевая компетенция (специфические знания в области социальных взаимодействий относительно мотивации и ресурсов партнеров и третьей стороны) и «портфель связей» (понимаемый как сотрудничество технологически ориентированного предприятия с различными участниками рынка). В связи с этим часть своего времени лидеры бизнеса тратят на социальные контакты [2].

Вместе с тем гипертрофия области социальных коммуникаций может приводить к усилению экзистенциальной тревожности. Высоко оценивая возможность группового разделения ответственности за успех дела, предприниматели не считают обязательным соблюдение правил деловой морали в вопросах выполнения договорных обязательств. Таким образом, коммуникация часто рассматривается как средство снятия индивидуальной ответственности, а не как норма партнерского поведения [5].

Значимой составляющей деятельности предпринимателя является функция управления. Предпринимателю принадлежат властные полномочия, используя которые он имеет возможность добиваться от подчиненных выполнения поставленных задач даже при наличии сопротивления с их стороны.

Заключение. Психологическая специфика предпринимателя, отличающая его от других субъектов экономической деятельности, задается его особым отношением к собственности («работой на себя»). Данный признак является системообразующим для феномена предпринимательства и служит основанием для дифференцирования предпринимательства от различных проявлений наемного труда. Это обстоятельство стимулирует проведение психологических исследований, целью которых явился поиск тех специфических качеств, которые побуждают человека к предпринимательской деятельности и обеспечивают эффективное выполнение предпринимательских функций. Осуществляются попытки определения предпринимателя не просто как субъекта особого вида экономической деятельности, но как человека особого психологического типа.

Предпринимательское поведение может анализироваться также через систему характерных мотивов. Установлено, что в предпринимательстве максимально полно удается реализовать себя тем, кто полагается на свои силы, высоко оценивает собственные возможности.

Предпринимательская деятельность анализируется в психологической науке и с точки зрения специфичности образа действий предпринимателя. В связи с этим рассматриваются личная инициатива (стремление активно и по собственному желанию решать задачи и выполнять работы, выходящие за пределы требований данной ситуации), позиция предпринимателя (принятие риска, превентивная активность и инновационность) и организация стратегического процесса (систематическое и профессиональное планирование). Степень самореализации также может рассматриваться в качестве критерия адаптации к предпринимательству. Для успешных предпринимателей возрастает значимость мотивов профессионального и духовного самосовершенствования и т.д.

Библиографический список

1. Бабаева Л.В. Бизнес – элита России: образ мышления и типы поведения / Л.В. Бабаева, А.Е. Чирикова // ЭКО: Экономика и организация пром. пр-ва. – Новосибирск, 1995. – №1. – С.117-145.

2. Гемюнден Х.Г. Поведение предпринимателя при создании нового предприятия как важный фактор успеха / Х.Г. Гемюнден, Э.Д. Конрад // Проблемы теории и практики управления. – 2001. – №3.

3. Дейнека О.С. Динамика отношения российских предпринимателей к деньгам / О.С. Дейнека // Ежегодник Российского психологического общества: мат. 3-го всерос. съезда психологов 25-28 июня 2003 года: в 8 т. – СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2003.

4. Ильин Е.П. Мотивация и мотивы / Е.П. Ильин. – СПб., 2000.

5. Мусаэлян И.Э. О возможностях применения модели актуального конфликта для психологического анализа предпринимательской деятельности / И.Э. Мусаэлян, Ю.О. Сливницкий // Вестн. МГУ. Сер.14. Психология. – 2000. – №3. – С.22-31.

6. Позняков В.П. Психологические отношения и деловая активность российских предпринимателей / В.П. Позняков // РАН. Ин-т психологии. – М., 2001. – 240 с.

7. Чирикова А.Е. Психологические особенности личности российского предпринимателя / А.Е. Чирикова // Психол. журн. – 1998. – Т. 19, №1. – С.62-74.

8. Frese M. et al. Personal Initiative at Work: Differences between East and West Germany // Academy of Management Journal. – 1996. – 39(1). – P.37-63.

Материал поступил в редакцию 03.10.2011.

References

1. Babaeva L.V. Biznes – e`lita Rossii: obraz my`shleniya i tipy` povedeniya / L.V. Babaeva, A.E. Chirikova // E`KO: E`konomika i organizaciya prom. pr-va. – Novosibirsk, 1995. – #1. – S.117-145. – In Russian.

2. Gemyunden X.G. Povedenie predprinimatelya pri sozdanii novogo predpriyatiya kak vazhny`j faktor uspexa / X.G. Gemyunden, E`.D. Konrad // Problemy` teorii i praktiki upravleniya. – 2001. – #3. – In Russian.

3. Dejneka O.S. Dinamika otnosheniya rossijskix predprinimatelej k den`gam / O.S. Dejneka // Ezhegodnik Rossijskogo psixologicheskogo obshhestva: mat. 3-go vseros. s``ezda psixologov 25-28 iyunya 2003 goda: v 8 t. – SPb.: Izd-vo SPb. un-ta, 2003. – In Russian.
4. Il`in E.P. Motivaciya i motivy` / E.P. Il`in. – SPb., 2000. – In Russian.
5. Musae`lyan I.E`. O vozmozhnostyax primeneniya modeli aktual`nogo konflikta dlya psixologicheskogo analiza predprinimatel`skoj deyatel`nosti / I.E`. Musae`lyan, Yu.O. Slivnickij // Vestn. MGU. Ser.14. Psixologiya. – 2000. – #3. – S.22-31. – In Russian.
6. Poznyakov V.P. Psixologicheskie otnosheniya i delovaya aktivnost` rossijskix predprinimatelej / V.P. Poznyakov // RAN. In-t psixologii. – M., 2001. – 240 s. – In Russian.
7. Chirikova A.E. Psixologicheskie osobennosti lichnosti rossijskogo predprinimatelya / A.E. Chirikova // Psixol. zhurn. – 1998. – T. 19, #1. – S.62-74. – In Russian.
8. Frese M. et al. Personal Initiative at Work: Differences between East and West Germany / Academy of Management Journal. – 1996. – 39(1). – P.37-63.

ACMEOLOGICAL FEATURES OF SUCCESSFUL ENTREPRENEUR

Z.G. KHANOVA
(Dagestan State University)

Some psychological problems of the entrepreneurship are considered. Psychological features of an entrepreneur that can lead one to success (initiativity, positive attitude to other people, leadership, responsibility, managerial capabilities, resolution in actions, persistence) are analyzed.
Keywords: *entrepreneur, leader, activity, success, energy, risk, management, motivation, competence, competition, business.*

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 621.762

РАЗРУШЕНИЕ ЧАСТИЦ ФЕРРОМАГНИТНОГО МАТЕРИАЛА В МАГНИТОВИБРИРУЮЩЕМ СЛОЕ С ВЫСОКОЙ ПОРОЗНОСТЬЮ

Ю. М. ВЕРНИГОРОВ, Н. Н. ФРОЛОВА
(Донской государственный технический университет)

Дан расчет зависимости степени измельчения порошков магнитных материалов в магнитовибрирующем слое от градиента индукции магнитного поля.
Ключевые слова: *магнитовибрирующий слой, ферромагнитный материал, математическая модель, энергия разрушения.*

Введение. Порошковая металлургия среди разнообразных способов передела металлов позволяет создавать принципиально новые материалы. Кроме того, методами порошковой металлургии можно получать уникальные свойства, которые другими методами получить практически невозможно.

При размоле металлических порошков можно комбинировать различные виды воздействия: сжатие, удар, истирание. Причем, первые два вида имеют место при крупном помоле, второй и третий – при тонком измельчении. Особое место в ряду размольных устройств, обеспечивающих сухой помол, занимает бильная мельница, в которой ферромагнитный материал переводится в состояние псевдоожижения. Описанная в работе [1] конструкция мельницы позволяет управлять гранулометрическим составом порошковой среды, изменяя индукцию и градиент индукции магнитного поля. Однако наличие вращающихся бил в конструкции мельницы повышает энергозатраты и износ механизмов.

Целью работы является получение соотношения между механическими характеристиками материала частиц и параметрами электромагнитного поля, при которых происходит разрушение частиц в магнитовибрирующем слое высокой порозности за счет соударений со стенками рабочего объема устройства.

Теоретическая модель. При решении поставленной задачи были сделаны следующие допущения:

– энергия, сообщаемая частицам дискретной среды внешним переменным полем с индукцией $\vec{B} = \vec{B}_c + \vec{B}_\nu \cos \omega t$, расходуется без потерь на разрушение частиц ($\vec{B}_c$ – постоянная составляющая индукции магнитного поля, $\vec{B}_\nu$ – переменная составляющая индукции магнитного поля, ω – частота переменного поля), т.е. диссипацией энергии за счет взаимодействия с непрерывной фазой при движении частиц пренебрегаем;

– частицы дисперсной среды представляют собой сферы с вмерзшими магнитными моментами;

– постоянная и переменная составляющие индукции магнитного поля взаимно перпендикулярны;

– подкачка энергии от поля осуществляется через поступательные степени свободы частиц;

– $B_c \ll B_\nu$, так как в противном случае дисперсная система переходит в структурированное состояние.

С учетом принятых допущений уравнение энергии, передаваемой внешним полем частице в единицу времени при поступательно-колебательном движении, записывается в виде [2]:

$$E_{п-к} = \frac{1}{2\pi} \frac{\left(P \, \partial B_{\nu} / \partial y\right)^2}{m\omega}, \quad (1)$$

где P – магнитный момент частицы; $\partial B_{\nu} / \partial y$ – градиент поля; m – масса частицы.

Предполагая, что порозность частиц в магнитовибрирующем слое высока, можно считать, что соударения между частицами отсутствуют. При этом следует ожидать разрушения частиц только при соударении со стенками объема, в который они помещены. Кроме того, будем считать, что размеры рабочего объема и частота поля таковы, что время пролета частиц от одной стенки к другой соответствует $T/2$ [2].

При измельчении путем раздавливания, раскалывания, удара затраты энергии E_p на разрушение сферической частицы при степени измельчения $Z_и$ соответствуют гипотезе В.Л. Кирпичёва [3], согласно которой:

$$E_p = \frac{\pi\sigma^2 d_к^3}{12E}\left(Z_и^3 - 1\right), \quad (2)$$

где σ – предел прочности при разрушении материала; d_k – конечный диаметр частицы; $Z_и = \frac{d_н}{d_к}$ – степень измельчения материала; $d_н$ – начальный диаметр частицы; E – модуль Юнга материала.

Разрушение частиц будет наблюдаться при условии, что

$$E_p = E_{п-к} \cdot \frac{T}{2}.$$

С учетом (1) и (2) можно записать:

$$\frac{\pi\sigma^2 d_к^3}{12\,E}\left(Z_и^3 - 1\right) = \frac{P^2}{2\pi m\omega}\left(\frac{\partial B_{\nu}}{\partial y}\right)^2 \cdot \frac{T}{2}. \quad (3)$$

Выражение (3) можно представить в виде:

$$\frac{\sigma^2 \, d_к^3\left(Z_и^3 - 1\right)}{E} = \frac{J^2 \, d_н^3\left(\frac{\partial B_{\nu}}{\partial y}\right)^2}{\rho\,\omega^2}. \quad (4)$$

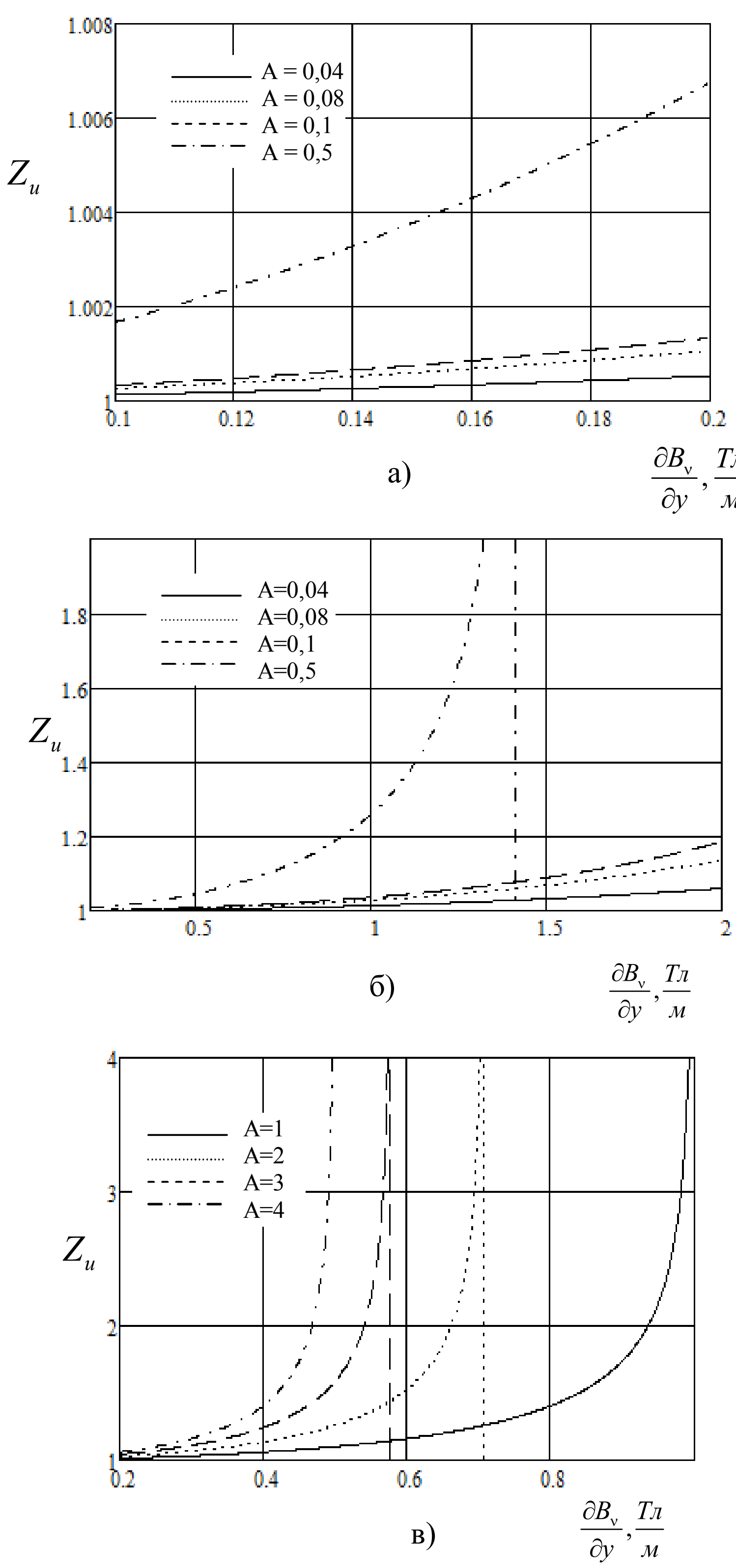
При этом принимаем $P = \frac{J\pi d_н^3}{6}$, где J – намагниченность материала частицы; $m = \frac{\rho\pi d_н^3}{6}$, где ρ – плотность материала частицы, $\frac{T}{2} = \frac{\pi}{\omega}$.

После несложных преобразований (4) приобретет вид:

$$Z_и = \left[1 - \frac{E\,J^2}{\rho\,\omega^2\,\sigma^2}\left(\frac{\partial B_{\nu}}{\partial y}\right)^2\right]^{-1/3}. \quad (5)$$

Здесь

$$\frac{E\,J^2}{\rho\,\omega^2\,\sigma^2} = A.$$



Зависимость степени измельчения частиц от градиента индукции магнитного поля частотой 50 Гц; изменение градиента индукции магнитного поля и коэффициента А: а – $\frac{\partial B_v}{\partial y} = 0{,}1 \div 0{,}2\ Тл/м$, $A = 0{,}04 \div 0{,}5\ \frac{A^2\, c^4\, м^2}{кг^2}$; б – $\frac{\partial B_v}{\partial y} = 0{,}5 \div 2\ Тл/м$, $A = 0{,}04 \div 0{,}5\ \frac{A^2\, c^4\, м^2}{кг^2}$; в – $\frac{\partial B_v}{\partial y} = 0{,}2 \div 1\ Тл/м$, $A = 1 \div 4\ \frac{A^2\, c^4\, м^2}{кг^2}$

Коэффициент А зависит только от механических и магнитных характеристик материала частиц, а также от частоты переменного поля. С учетом принятых обозначений (5) можно записать:

$$Z_u = \sqrt[3]{\frac{1}{1-A\left(\frac{\partial B_v}{\partial y}\right)^2}}. \qquad (6)$$

Из полученного соотношения очевидно, что с ростом градиента индукции поля степень измельчения материала растет.

Предполагаем, что коэффициент А для различных магнитных материалов существенно меняется при фиксированной частоте за счет изменения механических и магнитных характеристик от единиц $\frac{A^2c^4м^2}{кг^2}$ до сотых долей. На рисунке представлен расчет для различных A. Анализ кривых позволяет сделать вывод, что для сильномагнитных материалов, либо для материалов, имеющих невысокий предел прочности при разрушении, измельчение частиц при единичном акте соударения начинается в полях с градиентом индукции порядка десятых долей Тл/м (рисунок, *б*). Например, для феррита бария: намагниченность $J = 320 \cdot 10^3$ А/м, модуль Юнга $E = 1{,}9 \cdot 10^{11}$ Н/м^2, плотность ρ=5,1·10^3 кг/м^3, прочность на разрушение σ=3·10^7 Н/м^2 [4], коэффициент A = 0,04. При этом уменьшение диаметра частиц в 1,1 раза происходит в полях с градиентом индукции 0,4 Тл/м, а в 1,5 раза – 1,25 Тл/м.

Следует отметить, что для каждого материала существует значение градиента индукции, при котором происходит интенсивное разрушение частиц.

Например, для A = 1 $\frac{A^2c^4м^2}{кг^2}$ эффективное разрушение частиц наступает при градиенте индукции более 0,6÷0,7 Тл/м, а при A = 2 $\frac{A^2c^4м^2}{кг^2}$ такой же процесс реализуется в полях с градиентом индукции 0,4÷0,5 Тл/м.

Кроме того, при малых градиентах индукции от частицы отделяется малая часть, что происходит и при больших градиентах индукции. Это следует учитывать при выборе параметров поля.

Выводы. Определена возможность размола порошков магнитных материалов в неоднородном магнитном поле за счет соударения частиц со стенками рабочего объема. Проведен расчет градиента индукции магнитного поля, при котором происходит процесс разрушения частиц порошка даже при единичном акте взаимодействия со стенками рабочего объема. Это позволяет предположить возможность создания конструкции размольного устройства, не имеющего механически движущихся частей.

Библиографический список

1. Егоров И.Н. Разработка магнитовибрационной технологии помола порошков магнитных материалов, обеспечивающей заданный гранулометрический состав: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – ЮРГТУ, 2007. – 19 с.

2. Вернигоров Ю.М. Магнитовибрационная технология производства порошковых магнитов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Ростов н/Д, 1995. – 33 с.

3. Кирпичёв В.Л. Беседы о механике / В.Л. Кирпичёв. – 5-е изд. – М.; Л.: Гостехиздат, 1951. – 360 с.

4. Злобин В.А. Ферритовые материалы / В.А. Злобин, В.А. Андреев, Ю.С. Звороно. – Л.: Энергия, 1970. – 112 с.

Материал поступил в редакцию 09.06.2011.

References

1. Egorov I.N. Razrabotka magnitovibracionnoj texnologii pomola poroshkov magnitny`x materialov, obespechivayushhej zadanny`j granulometricheskij sostav: avtoref. dis. ... kand. texn. nauk. – YURGTU, 2007. – 19 s. – In Russian.
2. Vernigorov Yu.M. Magnitovibracionnaya texnologiya proizvodstva poroshkovy`x magnitov: avtoref. dis. ... d-ra texn. nauk. – Rostov n/D, 1995. – 33 s. – In Russian.
3. Kirpichyov V.L. Besedy` o mexanike / V.L. Kirpichyov. – 5-e izd. – M.; L.: Gostexizdat, 1951. – 360 s. – In Russian.
4. Zlobin V.A. Ferritovy`e materialy` / V.A. Zlobin, V.A. Andreev, Yu.S. Zvorono. – L.: E`nergiya, 1970. – 112 s. – In Russian.

DESTRUCTION OF FERROMAGNETIG MATERIAL PARTICLES IN MAGNETOVIBRATING LAYER WITH HIGH POROSITY

Y.M. VERNIGOROV, N.N. FROLOVA
(Don State Technical University)

The dependence of fineness ratio of magnetic material powders in the magnetovibrating layer on the gradient of magnetic field induction is analyzed.
Keywords: *magnetovibrating layer, ferromagnetic material, mathematical model, fracture energy.*

УДК 681.3+681.5

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ РЕШЕНИИ НЕОДНОРОДНОЙ МИНИМАКСНОЙ ЗАДАЧИ СПИСОЧНЫМ АЛГОРИТМОМ

В.Г. КОБАК, М.А. МУРАТОВ
(Донской государственный технический университет)

Рассмотрен списочный алгоритм В.Н. Плотникова – В.Ю. Зверева. Использованы минимаксный, квадратичный и кубический критерии. Разработаны программные средства для анализа эффективности критериев.
Ключевые слова: *списочные алгоритмы, минимаксный, квадратичный, кубический критерии.*

Введение. В последние годы все более широкое распространение получают многопроцессорные, многомашинные вычислительные комплексы, территориальное распределенные с различным программно-аппаратными платформами, объединённые в единую вычислительную систему. Необходимость поиска наилучшего распределения заданий определяется существенными возможностями экономии машинного времени. Теоретическая сложность нахождения наилучшего распределения связана с решением экстремальных задач комбинаторного типа, требующих больших вычислительных ресурсов.

Планирование выполнения функциональных операторов вычислительной системой. Имеется вычислительная система, состоящая из N несвязанных устройств (процессоров) $P=\{p_1,p_2,...,p_n\}$. На обработку поступает M – множество независимых параллельных заданий (работ, операторов) $T=\{t_1,t_2,...,t_m\}$, известно время решения $\tau(t_i p_j)$ каждого задания t_i на устройстве p_j – матрица T_τ. Устройства неоднородны, но каждое задание может выполняться на любом устройстве, время выполнения определяется значением $\tau(t_i p_j)$. Если задание не может быть выполнено на каком-либо из обслуживающих устройств совсем, то это устройство с избирательными свойствами и время выполнения задачи на этом устройстве определено как $\tau(t_i p_j)=\infty$ [1]. В каждый момент времени отдельный процессор обрабатывает не более одного задания и выполнение задания не прерывается для передачи на другой процессор. Требуется найти такое распределение заданий по процессорам, при котором суммарное время выполнения заданий на каждом из процессоров было бы минимальным.

Алгоритм В.Н. Плотникова – В.Ю. Зверева. При решении распределительной задачи эффективность полученного решения зависит от выбора алгоритма, который должен наилучшим образом учитывать структуру и характеристики вычислительных устройств. Широкое распространение получили простые и достаточно эффективные списочные расписания, основанные на эвристических алгоритмах. Среди таких алгоритмов можно выделить алгоритм, предложенный В.Н. Плотниковым и В.Ю. Зверевым. Это приближенный метод для поиска близкого к оптимальному решению использующий критерий минимакса.

1. Упорядочим строки матрицы T_τ по убыванию сумм всех элементов строки $\sum_{j=1}^{n}(\tau(t_1 p_j)) \geq \sum_{j=1}^{n}(\tau(t_2 p_j)) \geq \ ... \geq \sum_{j=1}^{n}(\tau(t_m p_j))$. Этим достигается распределение на первых этапах алгоритмов с большим временем счета и более равномерная загрузка ими вычислительных машин.

2. В преобразованной матрице T_τ' выделим первую строку i=1 и найдем в ней $\min(\tau(t_1 p_j))$ – минимальный элемент. Примем этот элемент за элемент распределения и прибавим его к соответствующему элементу второй строки $\min(\tau(t_1 p_j)) + (\tau(t_2 p_j))$.

3. Вторая строка теперь учитывает предыдущее решение. Выберем из нее минимальный $\min(\tau(t_2 p_j))$,прибавим его к соответствующему элементу третьей строки $\min(\tau(t_2 p_j)) + (\tau(t_3 p_j))$ и т.д., получим матрицу T_τ''.

4. На выполнение назначается минимальный элемент строки $\min(\tau''(t_i p_j))$, такой что $\min(\tau(t_i p_j)) \neq 0$.

Данный алгоритм применяется для неоднородной вычислительной системы, т. е. тогда когда время выполнения одного и того же задания может отличаться на разных вычислительных устройствах. Алгоритм отличается наибольшим по сравнению с точными быстродействием, простотой и позволяет получить приемлемые по точности решения [2].

Адаптация алгоритма В.Н. Плотникова – В.Ю. Зверева к квадратичному критерию.

1. Упорядочим строки матрицы T_τ по убыванию сумм всех элементов строки $\sum_{j=1}^{n}(\tau(t_1 p_j)) \geq \sum_{j=1}^{n}(\tau(t_2 p_j)) \geq \ \ldots \geq \sum_{j=1}^{n}(\tau(t_m p_j))$. Этим достигается распределение на первых этапах алгоритмов с большим временем счета и более равномерная загрузка ими вычислительных машин.

2. Объявим строку β – строкой текущего состояния.

3. Для каждого элемента столбца посчитаем квадратичный критерий $\mu_i = \sum\left(\bar{\beta} + \left(\tau\left(t_1 p_j\right)\right)\right)^2$.

4. К строке β добавим элемент строки $(\tau(t_1 p_j))$ такой, что μ_i минимально.

5. Повторить последовательно для всех строк матрицы.

Адаптация алгоритма В.Н. Плотникова – В.Ю. Зверева к кубическому критерию. Упорядочим строки матрицы T_τ по убыванию сумм всех элементов строки $\sum_{j=1}^{n}(\tau(t_1 p_j)) \geq \sum_{j=1}^{n}(\tau(t_2 p_j)) \geq \ \ldots \geq \sum_{j=1}^{n}(\tau(t_m p_j))$. Этим достигается распределение на первых этапах алгоритмов с большим временем счета и более равномерная загрузка ими вычислительных машин.

1. Объявим строку β – строкой текущего состояния.

2. Для каждого элемента столбца посчитаем кубический критерий $\mu_i = \sum\left(\bar{\beta} + \left(\tau\left(t_1 p_j\right)\right)\right)^3$.

3. К строке β добавим элемент строки $(\tau(t_1 p_j))$ такой, что μ_i минимально.

4. Повторить последовательно для всех строк матрицы [3].

Пример решения по трем критериям. Приведем пример решения задачи с использованием минимаксного критерия на примере следующей матрицы (заранее упорядоченной). Квадратными скобками [x] будем выделять распределенные элементы.

$$T' = \begin{vmatrix} 24 & 14 & 22 \\ 9 & 22 & 24 \\ 6 & 23 & 14 \\ 19 & 13 & 9 \\ 6 & 1 & 10 \end{vmatrix} \qquad T' = \begin{vmatrix} 24 & [14] & 22 \\ [9] & 22 & 24 \\ 6 & 23 & [14] \\ 19 & 13 & [9] \\ [6] & 1 & 10 \end{vmatrix}.$$

Используя минимаксный критерий, получаем распределение (15, 14, 23); теперь используем квадратичный критерий.

$$T' = \begin{vmatrix} 24 & [14] & 22 \\ [9] & 22 & 24 \\ [6] & 23 & 14 \\ 19 & 13 & [9] \\ 6 & [1] & 10 \end{vmatrix} \qquad Z' = \begin{vmatrix} 576 & [196] & 484 \\ [277] & 1296 & 772 \\ [421] & 1450 & 473 \\ 1352 & 954 & [502] \\ 718 & [531] & 782 \end{vmatrix}.$$

На приведенной матрице Z', в правой части представлен подсчет квадратичного критерия критерия. В результате вычисления получили распределение (15, 15, 9).

Теперь используем **кубический критерий**:

$$T' = \begin{vmatrix} 24 & [14] & 22 \\ [9] & 22 & 24 \\ [6] & 23 & 14 \\ 19 & 13 & [9] \\ 6 & [1] & 10 \end{vmatrix} \qquad Z' = \begin{vmatrix} 13824 & [2744] & 10648 \\ [3473] & 46656 & 16568 \\ [6119] & 51382 & 6217 \\ 42048 & 23058 & [6848] \\ 12734 & [7479] & 12978 \end{vmatrix}.$$

На приведенной матрице Z', в правой части представлен подсчет кубического критерия. Используя кубический критерий, получаем следующее распределение (15, 15, 9).

Так как алгоритм, предложенный В.Н. Плотниковым и В.Ю. Зверевым, использует минимаксный критерий, а авторы предлагают использовать кубический и квадратичный критерий, необходимо определить, какой критерий даст более приемлемый результат. Аналитически доказать, какой лучше критерий, авторам не удалось. Поэтому для ответа на данный вопрос были проведены вычислительные эксперименты при размерностях задачи из интервала [25, 30]. Минимальное количество экспериментов по каждой размерности равнялось 1000. Результат представлен в табл.1.

Таблица 1

Сравнение кубического, квадратичного и минимаксного критерия

Наименование/nxm	2x31	3x31	4x31	2x131	3x131	4x131	2x531	3x531	4x531
Средний t max по куб. крит.	415	289	214	1737	1157	858	6999	4613	3421
Средний t max по минимак. крит.	418	291	215	1750	1181	882	7130	4749	3525
Средний t max по квадрат. крит.	414	288	212	1731	1151	853	6977	4596	3408

Для большого числа приборов результаты представлены в табл.2.

Таблица 2

Сравнение кубического, квадратичного и минимаксного критерия

Наименование/nxm	7x31	8x31	9x31	7x131	8x131	9x131	7x531	8x531	9x531
Средний t max по куб. крит.	128	104	102	491	438	388	1949	1705	1522
Средний t max по минимак. крит.	129	107	102	500	442	391	2029	1773	1566
Средний t max по квадрат. крит.	128	104	101	488	434	385	1938	1702	1498

Выводы. Для алгоритма В.Н. Плотникова – В.Ю. Зверева наиболее приемлемым критерием является квадратичный, так как применение его дает лучшие результаты. Преимуществом данного критерия является то, что при увеличении размерности задачи применение квадратичного критерия приводит к получению результатов на порядок лучше, чем минимаксный и более предпочтительный, чем кубический.

Библиографический список

1. Алексеев О.Т. Комплексное применение методов дискретной оптимизации / О.Т. Алексеев. – М.: Наука, 1987.
2. Плотников В.Н. Техническая кибернетика / В.Н. Плотников, В.Ю. Зверев.– 1974. – №3.
3. Кобак В.Г. Использование алгоритма В.Н. Плотникова – В.Ю. Зверева по кубическому критерию для решения неоднородных задач / В.Г. Кобак, М.А. Муратов // ММТТ-24. – 2011.

Материал поступил в редакцию 08.06.2011.

References

1. Alekseev O.T. Kompleksnoe primenenie metodov diskretnoj optimizacii / O.T. Alekseev. – M.: Nauka, 1987. – In Russian.
2. Plotnikov V.N. Texnicheskaya kibernetika / V.N. Plotnikov, V.Yu. Zverev.– 1974. – #3. – In Russian.
3. Kobak V.G. Ispol`zovanie algoritma V.N. Plotnikova – V.Yu. Zvereva po kubicheskomu kriteriyu dlya resheniya neodnorodny`x zadach / V.G. Kobak, M.A. Muratov // MMTT-24. – 2011. – In Russian.

COMPARATIVE ANALYSIS OF PERFORMANCE CRITERIA IN SOLUTION OF NONUNIFORM MINIMAX PROBLEM BY LIST ALGORITHM

V.G. KOBAK, M.A. MURATOV
(Don State Technical University)

V.N.Plotnikov - V.J.Zverev list algorithm is examined. Minimax, quadratic and cubic criteria are used. The software for the analysis of criteria efficiency is developed.
Keywords: *list algorithms, minimax, quadratic, cubic criteria.*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

БАБАХЬЯН Ольга Федоровна, инженер-программист Ростовского научно-исследовательского института радиосвязи.
olvia@rambler.ru

БАРАННИКОВА Ольга Олеговна, заместитель декана факультета «Агроинженерия» Донского государственного технического университета.
barannikovaoo@rambler.ru

БАРАШЯН Валентина Карапетовна, старший преподаватель кафедры «Иностранные языки» Ростовского государственного университета путей сообщения.
vbaras@rambler.ru

БУДАШОВ Игорь Александрович, ведущий инженер-конструктор Рубцовского проектно-конструкторского технологического института.
budashov_igor@mail.ru

ВЕРНИГОРОВ Юрий Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры «Физика» Донского государственного технического университета.
jvernigorov@dstu.edu.ru

ГАВРИЛЕНКО Максим Дмитриевич, аспирант кафедры «Информационное обеспечение автоматизированного производства» Донского государственного технического университета.
2508184@aaanet.ru
ГАПОНОВ Владимир Лаврентьевич, доктор технических наук, профессор, директор Института энергетики и машиностроения Донского государственного технического университета.
gaponov@iem.donstu.ru

ГОЛОВНЯ Андрей Владимирович, младший научный сотрудник Ухтинского государственного технического университета.
golovnyaav@list.ru

ДОЛГАЧЕВ Юрий Вячеславович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физическое и прикладное материаловедение» Донского государственного технического университета.
yuridol@mail.ru

ДОЛЖИКОВ Валерий Викторович, аспирант Азово-Черноморской государственной агроинженерной академии.
vv7713vv@bk.ru

ЖУКОВ Артур Владимирович, офицер отделения анализа результатов испытаний испытательного центра воинской части 85907.
renkel@mail.ru

ИВАНОВ Владимир Юрьевич, соискатель кафедры «Маркетинг и управление в сфере обслуживания» Донского государственного технического университета.

КАИРОВА Ирина Александровна, преподаватель кафедры «Связи с общественностью» Донского государственного технического университета.
irkairova@yandex.ru

КАЛЯКИН Иван Сергеевич, младший научный сотрудник Ухтинского государственного технического университета.
udav@list.ru

КИРЕЕВ Сергей Олегович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Машины и оборудование нефтегазового комплекса» Донского государственного технического университета.
kireevso@yandex.ru

КОБАК Валерий Григорьевич, доктор технических наук, профессор Донского государственного технического университета.

КОСТИН Алексей Михайлович, начальник отдела испытательного центра воинской части 85907.
renkel@mail.ru

КУЗНЕЦОВ Дмитрий Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры «Производственная безопасность» Института энергетики и машиностроения Донского государственного технического университета.
kuznetsovdm@mail.ru

ЛЫСЕНКО Карина Николаевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Лингвистика и иностранные языки» Донского государственного технического университета.
karina_sco@mail.ru

МЕСХИ Бесарион Чохоевич, доктор технических наук, профессор, ректор Донского государственного технического университет, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды».
reception@donstu.ru

МУРАТОВ Михаил Александрович, аспирант Донского государственного технического университета.
mike-navv@mail.ru

НЕЙДОРФ Рудольф Анатольевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Донского государственного технического университета.
neyruan@yandex.ru

ОЛЬХОВИК Олег Владимирович, кандидат технических наук, начальник отдела разработки и внедрения информационных технологий вычислительного центра Донского государственного технического университета.
olvick@spark-mail.ru

ОСЯЕВ Олег Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент, старший преподаватель кафедры «Материаловедение и ремонт вооружения» Ростовского военного института ракетных войск.
osyevog@mail.ru

ПУСТОВОЙТ Виктор Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Физическое и прикладное материаловедение» Донского государственного технического университета.
fipm-dstu@mail.ru

ПУШКИН Виктор Наркистович, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой «Автоматизированные информационные системы» Ухтинского государственного технического университета.
vpushkin@ugtu.net

РВАНЦОВ Юрий Андреевич, аспирант кафедры «Экономическая информатика и автоматизация управления» Ростовского государственного экономического университета.
sonic_2005@inbox.ru

ТАТУРИН Юрий Александрович, начальник факультета стартовых технических комплексов ракет и космических аппаратов Ростовского военного института ракетных войск.
taturin@mail.ru

ФОКЕЕВ Александр Константинович, кандидат технических наук, доцент Рубцовского индустриального института (филиала) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.
fokeev@inst.rubtsovsk.ru

ФОКИН Александр Евгеньевич, аспирант кафедры «Информационное обеспечение автоматизированного производства» Донского государственного технического университета.
fokin-rnd@mail.ru

ФРОЛОВА Наталья Николаевна, старший преподаватель кафедры «Физика» Донского государственного технического университета.
nyfrolova@yandex.ru

ХАБАРОВ Валерий Михайлович, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Отраслевая и мировая экономика» Донского государственного аграрного университета.
habarov@don-agro.ru

ХАНОВА Зоя Гаджиалиевна, кандидат психологических наук, доцент Дагестанского государственного университета.
khanova309@yandex.ru

ХУБАЕВ Георгий Николаевич, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экономическая информатика и автоматизация управления» Ростовского государственного экономического университета.
gnh@donpac.ru

ЦЫГАНАШ Вадим Николаевич, кандидат педагогических наук, доцент кафедры государственно-правовых дисциплин Ростовского юридического института Российской правовой академии.
tsiganash@mail.ru

ЧЕРУНОВА Екатерина Сергеевна, аспирантка Донского государственного технического университета.

ШАРОВАТОВА Елена Александровна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Бухгалтерский учет» Ростовского государственного экономического университета.
esharovatova@mail.ru

ШИШКАРЕВ Михаил Павлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационное обеспечение автоматизированного производства» Донского государственного технического университета.
shishkarev_m_p@mail.ru
ЩЕРБАКОВ Сергей Михайлович, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономическая информатика и автоматизация управления» Ростовского государственного экономического университета.

ЯКОВЛЕВ Дмитрий Анатольевич, ведущий инженер лаборатории «Биохимический и спектральный анализ пищевых продуктов» Донского государственного технического университета.
yakovlev_d_a@mail.ru

INDEX

BABAKHYAN, Olga F., software engineer, Rostov Scientific Research Institute for Radiocommunication.
olvia@rambler.ru

BARANNIKOVA, Olga O., Associate Dean of the Agroengineering Faculty, Don State Technical University.
barannikovaoo@rambler.ru

BARASHYAN, Valentina K., senior lecturer of the Foreign Languages Department, Rostov State Transport University.
vbaras@rambler.ru

BUDASHOV, Igor A., leading design engineer, Rubtsovsk Design-and-Engineering Institute of Technology.
budashov_igor@mail.ru

CHERUNOVA, Ekaterina S., postgraduate student, Don State Technical University.

DOLGACHEV, Yuri V., Candidate of Science in Engineering, associate professor of the Material Physics and Applied Hylology Department, Don State Technical University.
yuridol@mail.ru

DOLZHIKOV, Valeriy V., postgraduate student, Azov-Black Sea State Agroengineering Academy.
vv7713vv@bk.ru

FOKEYEV, Alexander K., Candidate of Science in Engineering, associate professor, Rubtsovsk Industrial Institute, branch of I.I. Polzunov Altay State Technical University.
fokeev@inst.rubtsovsk.ru

FOKIN, Alexander E., postgraduate student of the Computer-Aided Manufacturing Information Support Department, Don State Technical University.
fokin-rnd@mail.ru
FROLOVA, Natalia N., senior lecturer of the Physics Department, Don State Technical University.
nyfrolova@yandex.ru

GAPONOV, Vladimir L., PhD in Science, professor, Director of Power Engineering and Machinery Institute, Don State Technical University.
gaponov@iem.donstu.ru

GAVRILENKO, Maxim D., postgraduate student of the Computer-Aided Manufacturing Information Support Department, Don State Technical University.
2508184@aaanet.ru

GOLOVNYA, Andrey V., junior research scholar, Ukhta State Technical University.
golovnyaav@list.ru

IVANOV, Vladimir Y., Ed.D. Candidate of the Marketing and Management in Service Sector Department, Don State Technical University.

KAIROVA, Irina A., lecturer of the Public Relations Department, Don State Technical University.
irkairova@yandex.ru

KALYAKIN, Ivan S., junior research scholar, Ukhta State Technical University.
udav@list.ru

KIREYEV, Sergey O., PhD in Science, professor, head of the Machinery and Equipment for Oil and Gas Complex Department, Don State Technical University.
kireevso@yandex.ru

KHABAROV, Valery M., Candidate of Science in Economics, associate professor of the Industrial and International Economics Department, Don State Agrarian University.
habarov@don-agro.ru

KHANOVA, Zoya G., Candidate of Science in Psychology, associate professor, Dagestan State University.
khanova309@yandex.ru

KHUBAYEV, Georgy N., PhD in Economics, professor, head of the Economic Informatics and Control Automation Department, Rostov State University of Economics.
gnh@donpac.ru

KOBAK, Valery G., PhD in Science, professor of the Computer Software and Automated Systems Department, Don State Technical University.

KOSTIN, Alexey M., chief of the department, testing centre, troop unit 85907.
renkel@mail.ru

KUZNETSOV, Dmitry M., PhD in Science, professor of the Industrial Safety Department, Power Engineering and Machinery Institute, Don State Technical University.
kuznetsovdm@mail.ru

LYSENKO, Karina N., Candidate of Science in Pedagogy, associate professor of the Linguistics and Foreign Languages Department, Don State Technical University.
karina_sco@mail.ru

MESKHI, Besarion C., PhD in Science, professor, Rector, head of the Life and Environment Protection Sciences Department, Don State Technical University.
reception@donstu.ru

MURATOV, Mikhail A., postgraduate student, Don State Technical University.
mike-navv@mail.ru

NEIDORF, Rudolf A., PhD in Science, professor, head of the Computer Software and Automated Systems Department, Don State Technical University.
neyruan@yandex.ru

OLKHOVIK, Oleg V., Candidate of Science in Engineering, Head of the Adoption of Information Technology for Education Sector, Information Computer Centre, Don State Technical University.
olvick@spark-mail.ru

OSYAEV, Oleg G., Candidate of Science in Engineering, associate professor, senior lecturer of the Science of Materials and Rocketry Maintenance Department, Rostov Military Institute of Rocket Forces.
osyevog@mail.ru

PUSHKIN, Victor N., Candidate of Science in Physics and Maths, associate professor, head of the Automated Information Systems Department, Ukhta State Technical University.
vpushkin@ugtu.net

PUSTOVOIT, Victor N., PhD in Science, professor, head of the Material Physics and Applied Hylology Department, Don State Technical University.
fipm-dstu@mail.ru

RVANTSOV, Yury A., postgraduate student of the Economic Informatics and Control Automation Department, Rostov State University of Economics.
sonic_2005@inbox.ru

SHAROVATOVA, Elena A., Candidate of Science in Economics, associate professor of the Accounting Department, Rostov State University of Economics.
esharovatova@mail.ru

SCHERBAKOV, Sergey M., Candidate of Science in Economics, associate professor of the Economic Informatics and Control Automation Department, Rostov State University of Economics.

SHISHKAREV, Mikhail P., PhD in Science, professor, head of the Computer-Aided Manufacturing Information Support Department, Don State Technical University.
shishkarev_m_p@mail.ru

TATURIN, Yury A., head of the Faculty of Launching Missile and Spacecraft Complexes, Rostov Military Institute of Rocket Forces.
taturin@mail.ru

TSYGANASH, Vadim N., Candidate of Science in Pedagogy, associate professor of State-legal Disciplines Department, Rostov Law Institute, the Russian Law Academy.
tsiganash@mail.ru

VERNIGOROV, Yury M., PhD in Science, professor of the Physics Department, Don State Technical University.
jvernigorov@dstu.edu.ru

YAKOVLEV, Dmitry A., leading engineer of the Laboratory for Food Biochemical and Spectrum Analysis, Don State Technical University.
yakovlev_d_a@mail.ru

ZHUKOV, Artur V., post-test analysis officer, testing centre, troop unit 85907.
renkel@mail.ru

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

1. Статья должна быть представлена в распечатанном виде и на магнитном носителе в электронной версии с расширением doc. Шрифт Times New Roman. Кегль - 14. Межстрочный интервал для текста - 1,5. Бумага белая форматом А4.

2. В начале статьи в левом верхнем углу ставится индекс УДК. Далее на первой странице данные идут в такой последовательности: полное название статьи; инициалы и фамилии авторов, место работы; аннотация (max 400 символов, включая пробелы); ключевые слова (max 150 символов). Затем идет текст самой статьи, библиографический список, сведения об авторах (ФИО, научная степень, звание, должность и место работы, e-mail).

3. Дополнительно к статье должны быть представлены следующие материалы на английском языке: ФИО авторов, полное название статьи, аннотация (полная аналогия русской версии), ключевые слова, сведения об авторах.

4. Статья должна предусматривать разделы: введение (постановка задачи), основную часть (подзаголовки), выводы или заключение.

5. Объем статьи не должен превышать 16 страниц машинописного текста, 5 рисунков или фотографий; обзора - 25 страниц, 10 рисунков; краткого сообщения - не более 3 страниц, 2 рисунков.

6. Иллюстрации (рисунки, графики) должны быть расположены в тексте статьи и выполнены в одном из графических редакторов (формат tif, pcc, jpg, pcd, msp, dib, cdr, cgm, eps, wmf). Каждый рисунок должен иметь подпись. Рисунки должны иметь контрастное изображение. Таблицы располагаются непосредственно в тексте статьи. Каждая таблица должна иметь заголовок. Формулы и буквенные обозначения величин должны быть набраны в формульном редакторе MS Word.

7. Размерность физических величин, используемых в статье, должна соответствовать Международной системе единиц (СИ). Не следует употреблять сокращенных слов, кроме общепринятых (т.е., и т.д., и т.п.).

8. Библиографический список должен включать: фамилию и инициалы автора, название статьи, название журнала, том, год, номер или выпуск, страницы, а для книг - фамилию и инициалы автора, название книги, место издания (город), издательство, год издания, количество страниц.

9. При представлении материала на рассмотрение в редакцию необходимо наличие внешней рецензии, подписанной специалистом, имеющим ученую степень доктора наук (обязательно заверенной в отделе кадров по месту работы рецензента). К статьям аспирантов и соискателей необходимо приложить отзыв научного руководителя. Для авторов, не являющихся сотрудниками ДГТУ, необходима рекомендация на имя главного редактора, подписанная научным руководителем автора (для соискателей ученой степени) или руководителем подразделения (обязательно заверенная печатью).

10. Редколлегия оставляет за собой право производить редакционные изменения, не искажающие основное содержание статьи.

11. Статьи, не отвечающие правилам оформления, к рассмотрению не принимаются, рукописи и магнитные носители авторам не возвращаются. Датой поступления считается день получения редколлегией окончательного текста статьи.

12. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Более подробно с правилами оформления можно ознакомиться на сайте журнала "Вестник ДГТУ" по адресу http://vestnik.dstu.edu.ru